Preis DM. 1.-

Postversandort München

funkschau

INGENIEUR-AUSGABE

23. JAHRGANG

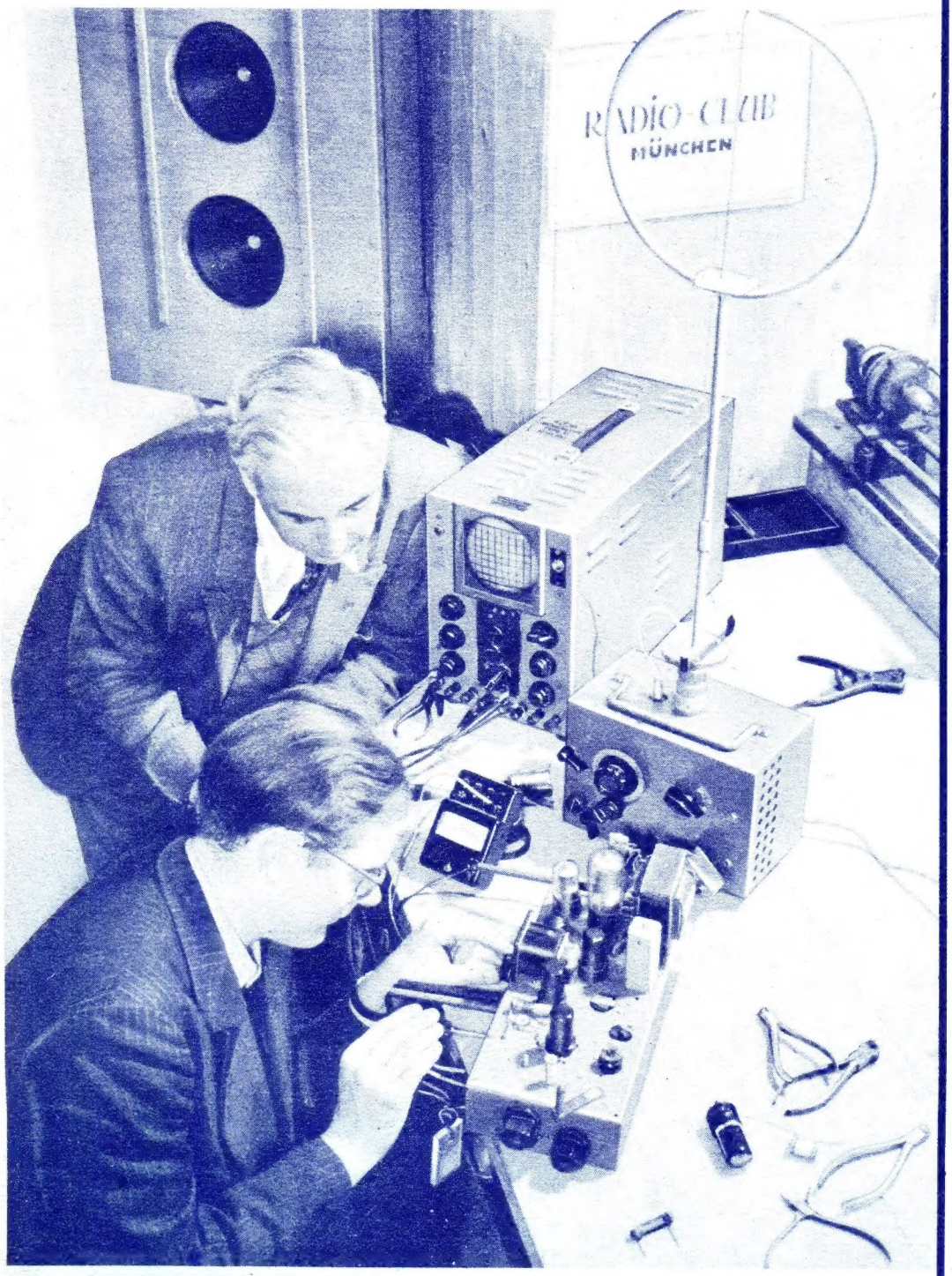
1. Juni-Heft 1951 Nr. 11

ZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER

Erscheint am 5. und 20. eines jeden Monats

FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN-BERLIN

Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer



Die technischen Arbeitsgruppen der Radio-Clubs beschäftigen sich eifrig mit dem Bau von UKW-Geräten, wie dieses Bild aus der Werkstatt des „Radio-Clubs München" erkennen läßt, der in diesen Tagen sein fünfjähriges Jubiläum feiern kann. In der Mitte ist ein Peilgerät für Fuchsjagden sichtbar.

(Foto: C. Stumpf)

Aus dem Inhalt

Radio-Neuerungen in Hannover 199
Messe-Gedanken 199
Aktuelle FUNKSCHAU 200
Amerikanische Antennen für FM-Rundfunk und Fernsehen 201
Ein Tonabnehmer nach dem elektronischen Prinzip ... 202
Berechnung von Kreisen mit Kondensatoren 203
Praktische Ausführung des Tungsram-Störbegrenzers .. 206
Bewährte Bauformen von Absorptionsfrequenzmessern für UKW 207
Einfacher Absorptionsfrequenzmesser 208
Einführung in die Fernseh-Praxis, 11. Folge: Der Bild-Demodulator 209
FUNKSCHAU-Bauanleitung: **Zwergsuper „Bobby",** 6-Kreis-5-Röhren-Empfänger für Allstrom 210
Leistungsfähiger UKW-Einsatzsuper 212
Kleinverstärker hoher Wiedergabequalität 213
Zusatzgerät für maximale Super-Trennschärfe 214
FUNKSCHAU-Prüfbericht: Telefunken-Autosuper II D 51 M 215
FUNKSCHAU-Auslandsberichte 216
Vorschläge für die Werkstattpraxis 217
Industrie-Neuerungen: Lembeck-Reisesuper „Kamerad", Autosuperhets „Nürburg" und „Monza", UKW-Meßsender M 609 219

Die **Ingenieur-Ausgabe** enthält außerdem:

Funktechnische Arbeitsblätter

Ma 41 Schallfeldgrößen 3 Blätter

Sk 82 Wellenwiderstand von Paralleldraht- und konzentrischen Leitungen 1 Blatt

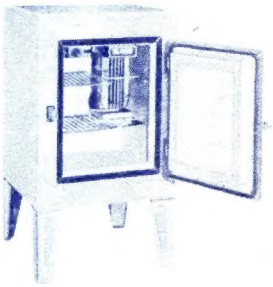
Bezugspreis der Ingenieur-Ausgabe monatlich 2 DM (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzüglich 6 Pfg. Zustellgebühr.

Radiogroßhandlung

HANS SEGER

Regensburg, Tel. 2080
Weiden/Opf., Tel. 2308

1. *Unglaublich* – aber wahr! 350.- DM
2. Vollkommen geräuschlos, o. Motor! Radiostörungsfrei! Für Gleich- u. Wechselstrom 110 u. 220 Volt
3. Vollautomatische Kühlregulierung! Dauernde Herstellung von Eiswürfeln! **1 Jahr Garantie!**
4. Leistungsaufnahme 125 Watt - Stromverbrauch im Jahresdurchschnitt ca. 1,5 kW in 24 Stunden
5. 50 Liter Inhalt, mit emailliertem Kühlraumbehälter; feinlackiertes Stahlblech-Gehäuse! Abmessungen: 91 cm hoch, 51 cm breit, 51 cm tief, Gewicht: 50,5 kg



Keine Wartung weil *vollautomatisch* daher *immer kühl!*

Lang entbehrt, endlich erreichbar!

Der **RSD** hat sich zur Auflage gemacht alle gebräuchlichen und darüber hinaus aber auch alle schwer beschaffbaren Röhren ständig am Lager zu haben.

Der **RSD** wird Ihnen daher am ehesten aus Engpässen helfen können.

Der **RSD** vertreibt keine Röhren zweit. Wahl! Auch nicht originalverpackte Röhren sind Markenfabrikate weltbekannter Firmen des In- und Auslandes.

Die **RSD** Garantieverpackung ist zugkräftig und verbürgt zu den üblichen Bedingungen.

6 Monate Garantie
Großhandel 37% **Einzelhandel 30%**
Laufend günstige Sonderangebote

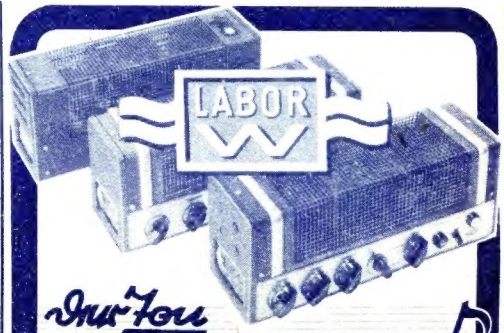
RSD

RÖHREN-SPEZIAL-DIENST

Ing.-Büro Germar Weiss

FRANKFURT AM MAIN
Hafenstr. 57, Tel. 7 36 42, Telegramm: Röhrenweiss

Kaufe Gelegenheitsposten gegen Kasse



Ihr Ton macht die Musik!

Viele Ihrer Kunden legen Wert auf eine besonders gute Wiedergabe. Unsere Verstärker sind auf **UKW-Qualität** gezüchtet:

15-W-Mischverstärker VK 151

Vielfach bewährt. Wegen hervorragender Wiedergabe durch Verwendung unseres Spezial-Doppelklangkorrektors in Fachkreisen geschätzt. Bei voller Nennleistung nur 4% Klirrfaktor. 3 beliebig mischbare Eingänge. Aussteuerungskontrolle. Saalregleranschluß. 3 Ausgänge.

15-W-Kino-Mischverstärker VK 152

In Aufbau und Schaltung ähnlich, in Qualität dem VK 151 gleich; jedoch 2 Photozellen-Eingänge mit getrennt regelbarer Saugspannung. Neuartige Lautstärkeregler mit „Vorwahl".

80-W-Endstufe VL 801

Ungewöhnlich kleines Volumen. Je Liter 12-W-Leistung! Größte Betriebssicherheit und Schonung der Endröhren durch neuartige Schaltung (Patent angemeldet). Sehr geringer Klirrgrad.

Sämtliche Verstärker in dem einheitlichen Format von nur 40 x 12 x 16 cm. Daher leicht tragbar und überall bequem einzusetzen.

Koffer-Übertragungsanlage VA 15 K

Eine kleine, aber vollkommene Anlage, die höchsten Ansprüchen gerecht wird, mit dynamischen Mikrofon, 15-W-Verstärker, Saalregler, 2 Lautsprechern und allen Kabeln. Elegantes Äußeres.

LABOR-W-FEINGERÄTEBAU
Dr.-Ing. Sennheiser
Post Bissendorf (Hannover)

Lautsprecher Reparaturen

Preiswürdigste handwerkliche Qualitätsarbeit

Ing. Hans Könemann, Rundfunkmechanikermeister
Hannover, Ubbenstraße 2

Neuzeitliche
Elektrolytkondensatoren
- zuverlässig
- betriebssicher

KIK GERÄTEBAU G.M.B.H.
Köln-Deutz, Siegburger Str. 114

HÄNDLER und GROSSHÄNDLER!

SONDERPOSTEN ERSTKLASSIGER RADIOTEILE

(Selengleichrichter, Trafos, Lautsprecher, Drehkos, Meßinstrumente, HF-Litze, Oszillograph u. a. m.) **sehr günstig abzugeben.** Liste anfordern!

Kaufe selbst laufend Rest- und Gelegenheitsposten gegen bar (nur gutes Material), u.a. auch US-Röhren

Dipl.-Ing. Hans S. Suhr · Radioversand
(20a) FISCHBECK / Weser

SPEZIAL-GLIMMRÖHREN

(Funktechnische Arbeitsblätter Rö 51 / Heft 9 / 51) UR 110 (Universalröhre) DM 1.65 - RR 145/S (Abstimmanzeiger/S-Meter) DM 3.20 - ARG 200 (graduierte Amplitudenröhre für Spannungs-Kapazitäts- und Widerstandsmessung) DM 5.30 - HK 100 (Hf-Anzeige für KW/UKW-Sender) DM -.90 - GR 150/DA (Glättungsröhre) DM 6.90 sowie sämtliche andere Typen.
Ausführliche Prospekte mit texterläuterten Schaltbeispielen frei.

HANS GROSSMANN · Funktechnische Spezialerzeugnisse
Hannover-L, Haasemannstraße 12

RÖHREN-**SONDER**-ANGEBOT

12 SH 7	2.50	6 K 7	2.50	6 SJ 7	3.80
12 SJ 7	2.90	6 L 7	2.80	25 L 6	8.20
12 C 8	3.20	6 F 6	3.50	6 AK 5	3.80
12 SG 7	3.50	6 V 6	4.30	9001	4.—
12 AH 7	3.50	6 B 8	4.30	9002	3.50
6 SK 7	4.30	6 AG 7	4.30	9003	4.30
6 AC 7	3.50	6 SG 7	4.30	6 AJ 5	3.30

Sämtliche Typen in Rollkarton mit Übernahmegarantie.
Verkauf zu diesen Preisen nur so lange Vorrat reicht.

MANHART & BLASI, Versand: Landshut (Bay.) Kumhauserstraße 143

Geschachtelte

Spulenkörper

für **M-** und **EI**-Schnitte

Teckentrup

HÜINGHAUSEN ÜBER PLETTENBERG/WESTF.

EIGENER WERKZEUGBAU

BEYER

Heilbronn a. N. · Bismarckstraße 107

Exponentialhorn-Lautsprecher mit Druckkammersystem

10 Watt und 25 Watt

Frequenzbereich 200 — 10 000 Hz. Richtcharakteristik gerichtet. Horn zweifach gefaltet, vertikal schwenkbar, wetterfest

Für Kommandoanlagen, Autoanlagen, Sportplätze, Polizei, Eisenbahn

Funkschau

23. JAHRGANG 1. Juni-Heft 1951 Nr. 11

Neue Anschrift der FUNKSCHAU und des FRANZIS-VERLAGES: München 22, Odeonsplatz 2 · Fernruf 24181

Radio-Neuerungen in Hannover

Der Technischen Messe in Hannover ging der Ruf voraus, daß hier erstmals in größerem Umfang wirkliche Neukonstruktionen zu sehen sein würden, da durch den wieder eingerichteten Patentschutz Sicherheit gegen fremde Auswertung der Erfindungen gegeben wäre. Wir wollen unsere Leser deshalb einleitend mit einigen grundsätzlichen Erfindungen sowie mit einigen Neukonstruktionen bekannt machen, die für die zukünftige technische Entwicklung von einer noch nicht zu übersehenden Bedeutung sein dürften. Da sich die Empfängerentwicklung infolge der bis 1. Juli währenden Neuheitensperre nicht zeigen konnte — von einigen Batterie- und Reiseempfängern abgesehen —, bewegen sich diese „Sensationen" auf verwandten Fachgebieten, ohne dadurch für die eigentliche Radiotechnik an Bedeutung einzubüßen.

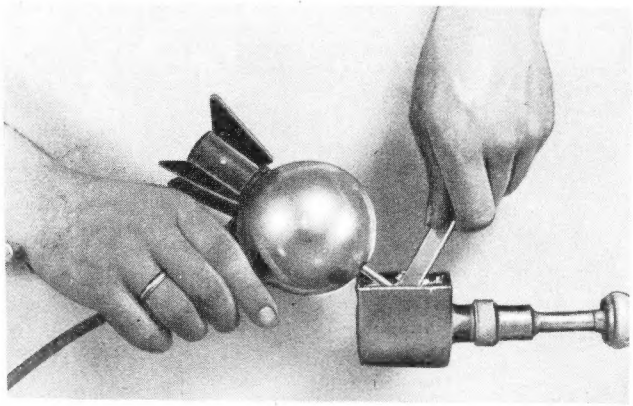
Zum erstenmal wurde die Öffentlichkeit auf einer Ausstellung mit einem Leicht-Akkumulator bekannt gemacht. Es handelt sich dabei um den Silber-Zink-Akkumulator System André-Yardeny, der von der Silberkraft-Leichtakkumulatoren-GmbH, Rüdesheim-Eibingen, hergestellt wird. Es ist ein alkalischer Akkumulator im Polystyrolgehäuse, der grundsätzlich die gleichen vorteilhaften Eigenschaften wie der bekannte alkalische Akkumulator besitzt, d. h. in hohem Maße überlastungsfähig und unempfindlich gegen langes Stehenlassen in entladenem Zustand ist, und der nur ein Drittel bis ein Viertel des Gewichtes und die Hälfte bis ein Drittel des Volumens der bisherigen Akkumulatoren besitzt. Die Herstellerfirma selbst befleißigt sich zur Zeit noch einer weitgehenden Zurückhaltung, um die Öffentlichkeit nicht zu beunruhigen; wenn die bekanntgegebenen Daten aber nur zur Hälfte erreicht werden und wenn der Preis des neuen Leichtakkumulators tragbar ist, handelt es sich hierbei um eine technische Sensation ersten Ranges, deren Bedeutung für tragbare Sende- und Empfangsgeräte gar nicht abzusehen ist. Hinzu kommt, daß die Entladungskurve des neuen Akkumulators recht günstig verläuft, so daß er sich für eine Röhren-Heizung gut eignen dürfte.

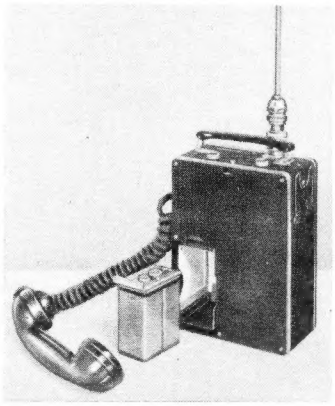
Die Bedeutung des neuen Leichtakkumulators kann man abschätzen, wenn man sich mit einer Neukonstruktion der C. Lorenz AG auf dem Gebiete der tragbaren Funksprechgeräte befaßt. Das neue Kleinfunkgerät KL 2, für Wechselsprechen oder bedingtes Gegensprechen geeignet und in einem Frequenzbereich von 30...170 MHz mit FM, Frequenzhub ± 17,5 kHz, arbeitend ist mit Subminiaturröhren ausgerüstet und bei den Abmessungen 10 × 17,5 × 24 cm nur 4,3 kg schwer. Zur Stromversorgung wird ein 2,4-V-Stahlakkumulator zusammen mit einem Zerhacker benutzt. In dem Gerät findet noch ein handelsüblicher Akkumulator Verwendung; würde man es mit dem Leichtakkumulator ausrüsten, so könnte man das Gewicht leicht unter 4 kg drücken.

Eine Sensation auf anderem Gebiet, die von allen Fachleuten stärkstens beachtet wurde, war das von Siemens gezeigte neue Ultraschall-Lötgerät. Das Fortschrittliche dieses Gerätes besteht darin, daß es mit seiner Hilfe möglich ist, Aluminiumteile und -drähte mit ganz normalem Lötzinn zu überziehen und in gewöhnlicher Zinnlötung mit Teilen aus allen anderen Metallen zu verbinden, die sich weichlöten lassen. Dieses neue Verfahren ist für den fernmeldetechnischen Gerätebau und damit auch für die Radiotechnik von denkbar größter Bedeutung. So ist es z. B. geeignet, Aluminiumdrähte (beispielsweise die Wicklungsenden von Spulen) in einem Zinnbad regelrecht zu verzinnen, um sie anschließend an Messing-Lötösen oder dgl. anlöten zu können. Im Gegensatz zu ausländischen Ultraschall-Lötverfahren hat man bei Siemens die Erwärmung des Werkstückes von der Ultraschallbehandlung getrennt. Auf einer Heizplatte wird das zu verzinnende Aluminiumteil erwärmt, und mit dem Ultraschallgerät wird das Zinn auf dem Aluminiumteil zerteilt. Dies ist möglich, weil unter dem Einfluß der Ultraschallschwingungen die dünne störende Oxydhaut zerrissen wird und das Zinn unmittelbar an das metallisch blanke Aluminium gelangt. Das neue Lötgerät besteht aus dem Hochfrequenzgenerator und dem Lötkopf. In dem ersteren wird mit Hilfe einer Röhren-Dreipunktschaltung eine Frequenz von 20 kHz hergestellt, in dem letzteren wird mit dieser ein magnetisches Wechselfeld erzeugt, dem ein Stab aus ferromagnetischem Stoff ausgesetzt ist. Dieser Stab führt Längenänderungen aus; den Vorgang nennt man Magnetostriktion. Wählt man das magnetische Material richtig aus (Nickel oder geglühtes Kobalt sind am besten), arbeitet man mit Vormagnetisierung und legt man die mechanischen Abmessungen mit großer Sorgfalt fest, so bekommt man ein Schwingungsmaximum und ein Höchstmaß an Wirkung.

Zu den stark beachteten Neuerungen gehören piezoelektrische Kristalle verbesserter Wärmefestigkeit, wie sie von der SAF unter anderem in Form einer sehr kleinen und flachen Mikrofonkapsel gezeigt wurden. Statt Seignettesalz zu benutzen, das man einer höheren Temperatur als 50° C gewöhnlich nicht aussetzen darf,

(Fortsetzung siehe nächste Seite unten)





Zu den Neuerungen, die auf der Technischen Messe in Hannover besondere Beachtung fanden, gehören u. a. das von Siemens gezeigte Ultraschall-Lötgerät (links) und das Lorenz-Kleinfunkgerät KL 2 (rechts), das aus zwei 2,4-V-Stahlakkumulatoren betrieben wird und eine ununterbrochene Betriebsdauer von etwa 3 bis 4 Stunden zuläßt

Messe-Gedanken

Die größte technische Messe, die jemals in Deutschland veranstaltet worden ist — die Leipziger Vorkriegsmessen eingeschlossen —, fand Anfang Mai in Hannover statt. Dementsprechend zahlreich war der Besuch aus dem Ausland, und auch die Exportumsätze entsprachen völlig der Einmaligkeit dieser Veranstaltung. Versetzt man sich aber einmal in einen ausländischen Besucher, der sich für die deutsche Radio-Industrie interessierte, so dürfte der Eindruck bei diesem mehr als enttäuschend gewesen sein. Hannover vermittelte zwar geschlossene Ausstellungen der meisten anderen maßgebenden deutschen Industriezweige; man hat es aber nicht verstanden, die deutsche Radioindustrie ihrer Bedeutung entsprechend herauszustellen.

Ging man den Ursachen für die zahlenmäßig bescheidene und in der Gruppierung völlig unzureichende Vertretung der Radioindustrie nach, so erfuhr man, daß die Messeleitung nicht in der Lage war, eine repräsentative Schau der Radioindustrie sicherzustellen. Die Mehrzahl der führenden Radiofirmen blieb deshalb der Messe fern; neben den elektrotechnischen Großfirmen, die auch Empfänger in ihrem Programm führen, war nicht einmal ein Dutzend von Empfängerfabriken vertreten, und auch die Zubehör- und Einzelteilfirmen zeigten eine sehr lückenhafte Schau. Es ist kein Zweifel, daß Ansehen und Geschlossenheit der Messe in Hannover hierdurch eine erhebliche Beeinträchtigung erfahren haben; den wirtschaftlichen Schaden allerdings hatten die Radiofirmen, die gar nicht vertreten waren, wie diejenigen, die nur wenig wirkungsvoll in Erscheinung traten. Auch in der branchemäßigen Ankündigung der Radioindustrie, soweit sie sich in Hannover zeigte, ist von der Messeleitung so ziemlich alles versäumt worden; sogar im Katalog suchte man die Radiofabriken vergebens, um die vertretenen Firmen schließlich in der Rubrik „Hochfrequenzgeräte der drahtlosen Nachrichtentechnik" zu entdecken.

Sei es, wie es sei: die Messe in Hannover ist nun einmal die technische Exportmesse. Sie konzentriert das ausländische Interesse in beispiellosem Maße auf sich. Diese Werbewirkung sollte die Radioindustrie ausnützen, indem sie im nächsten Jahr in ähnlicher Art, wie es diesmal die Auto- und die Fotoindustrie taten, die Funkausstellung in zeitlicher Überschneidung mit der Technischen Messe Hannover veranstaltet, damit die ausländischen Besucher im Anschluß an Hannover die Funkausstellung besuchen können. Noch mehr als in diesem Jahr wird die Radioindustrie 1952 auf den Export angewiesen sein; eine Ausnutzung der nach Hannover strömenden ausländischen Besucher durch eine anschließende Radio-Fachausstellung würde der deutschen Radioindustrie einen heute noch nicht abzuschätzenden Nutzen bringen. *Schw.*

AKTUELLE FUNKSCHAU

60 Jahre Philips Eindhoven

Dieser Tage konnten die bekannten Philips-Werke in Eindhoven, Holland, auf ihr 60jähriges Bestehen zurückblicken. Im Jahre 1691 befaßte sich die damalige kleine Fabrik Philips & Co mit der Herstellung von Kohlefadenlampen, deren Absatz durch die Initiative von Anton Philips wesentlich gesteigert worden ist. Gerhard Philips war durch laufende Qualitätsverbesserungen der Glühlampenfertigung bestrebt, die Grundlage für große Absatzziffern zu schaffen. Im Jahre 1903 konnten nahezu 5 Millionen Glühlampen verkauft werden. 1912 wandelten die Gebrüder Philips das Unternehmen in eine Aktiengesellschaft um.

Ein entscheidender Schritt für die Weiterentwicklung der N. V. Philips Gloeilampenfabrieken wurde 1914 durch die Gründung des „Natuurkundig Laboratorium" getan, das sich unter Leitung von Prof. Dr. G. Holst zu einem der größten industriellen Forschungslaboratorien entwickelt hat. In diesem Laboratorium sind heute in Eindhoven etwa 1000 Personen beschäftigt. Diese Entwicklungstätigkeit erstreckte sich im Laufe der Jahre auf das Gebiet der Elektrotechnik, der Radio- und Röhrentechnik, des Tonfilms und des Fernsehens, um nur einige Spezialgebiete zu nennen. Im Lauf der Jahre wurden in den meisten Ländern Philips-Gesellschaften gegründet, die in etwa 25 Staaten eigene Fabriken besitzen. Dieser einzigartigen Entwicklung ist es zu danken, daß das Philipspersonal von 25 Personen auf etwa 80 000 angestiegen ist.

Jubiläum des Radio-Clubs München

Anläßlich des 5. Gründungstages des Radio-Clubs München findet am 17. Juni 1951 im Torbräu, München, eine Ausstellung selbstgebauter Geräte statt. Anschließend folgen ein Vortrag von Ing. H. Richter über „Fernsehtechnik" und ein Lichtbildervortrag über eine Fuchsjagd des letzten Jahres. Zu dieser Veranstaltung, die ein geselliges Beisammensein beschließen wird, sind Gäste willkommen.

Kurzwellentagung 1951

Die diesjährige Große Deutsche Kurzwellentagung des DARC findet vom 11. bis 17. Juni in Cuxhaven statt. Vorträge, eine Ausstellung für Amateurbedarf, ein High-Speed-Wettbewerb, Fuchsjagden und eine Amateurgeräte-Ausstellung bilden den fachlichen Rahmen, während das Ham-Fest und ein großer Bunter Abend unter Mitwirkung des NWDR gesellige Unterhaltung bieten. Die Tagungsstation wird unter dem Rufzeichen DL∅KT ihre traditionelle Tätigkeit wieder aufnehmen.

(Fortsetzung und Schluß von der 1. Seite)

verwendet man neuerdings Ammoniumdihydrogenphosphat $NH_4H_2PO_4$, dessen Temperaturbeständigkeit bei 100° C liegt. Jedem Sachkenner wird sofort klar sein, was dieser Fortschritt bedeutet, kommen wir doch damit dem wärmefesten Kristallsystem einen Schritt näher.

Als Sensation wurden die neuen Vielfach-Spannungsmesser stark erhöhten Innenwiderstandes empfunden, wie sie u. a. von Gossen und Ruhstrat gezeigt wurden; sie entsprechen der verfeinerten Meßtechnik, wie sie vor allem auch von den Fernsehgeräten gefordert wird. Das neue Hochohm-UVA von Gossen hat für Gleichspannungsmessungen einen Widerstand von 33 333 Ω/V und für Wechselspannungen einen solchen von 10 000 Ω/V; es besitzt Spannungsmeßbereiche bis zu 1200 Volt und ist Dank einer eingebauten Batterie auch für Widerstandsmessungen geeignet. Das Ruskavo 1000 der Firma Gebrüder Ruhstrat, Göttingen, hat sogar einen Innenwiderstand von 100 000 Ω/V; die außerordentlich hohe Stromdämmung wird durch Spannbandaufhängung des Meßwerks erreicht. Das Instrument besitzt 15 Spannungsmeßbereiche zwischen 30 mV und 600 V.

Sensationell erscheinen ferner die neuen Lautsprecher von Lorenz, mit denen diese Firma erstmals in größerem Umfang auch Fremdlieferungen an Lautsprechern vornehmen will. Ihre Kennzeichen sind auffallend flache Membranen und die Anwendung eines besonderen hauchdünnen Kunststoff-Überzuges an der Sickenpartie, der zur Folge hat, daß die subharmonischen Schwingungen bis auf einen zu vernachlässigenden Rest vermieden werden, An- und Ausschwingen mit größter Exaktheit erfolgen und infolgedessen die Güte der Wiedergabe eine wahrscheinlich größenordnungsmäßige Verbesserung erfährt. Die neuen Lautsprecher sind das Ergebnis jahrelanger, in den Pforzheimer Labors durchgeführter Entwicklungsarbeiten, über die bisher kaum etwas an die Öffentlichkeit gedrungen ist.

Eine echte Sensation, gekennzeichnet durch den umlagertsten Stand, den die Messe überhaupt aufzuweisen hatte, war schließlich der von Jotha-Radio in Königsfeld/Schwarzwald herausgebrachte neue Liliput-Empfänger, ein kleiner Allstrom-Einkreiser in Preßgehäuse, mit einem Wellenbereich, der Röhre ECL 113 und Selengleichrichter, mit Freischwinger-Lautsprecher, für nur ... 45 DM. Dies ist eine völlig neue Empfänger-Preisklasse, durch die Hunderttausende, vielleicht Millionen neu an den Rundfunk herangeführt werden können. Gewiß, der Empfänger mag technisch nichts Besonderes sein; daß hier die Idee für die Schaffung eines solchen Gerätes gefaßt wurde und wahrscheinlich auch die Voraussetzungen bereitet wurden, um größte Stückzahlen des „Liliput" zu produzieren, dies dürfte eine Tat sein, die ähnlich in die Geschichte des Rundfunks eingeht, wie seinerzeit der Empfänger mit Loewe-Dreifachröhre.

Ansonsten war die Empfängerindustrie, wie an anderer Stelle dieses Heftes vermerkt wird, nur schwach vertreten. Neuerungen waren nur auf dem Gebiet der tragbaren und der Batterieempfänger zu verzeichnen, da die gegenwärtige Neuheitensperre die Herausgabe weiterer Konstruktionen verhinderte. Neue Batterie-Heimempfänger mit eingebauten Batterien brachten die Firmen Himmelwerk, Nora und Wobbe, teilweise in tropensicherer Bauart, auf jeden Fall aber in den Wellenbereichen an die Wünsche der Länder angepaßt, die diese Geräte einführen wollen. Es handelt sich dabei um reine Exportempfänger, die deshalb statt mit Stationsnamen-Skalen mit solchen geliefert werden können, die nur mit KC- und MC-Zahlen bedruckt sind. Das Nora-Gerät zeichnet sich dadurch aus, daß im Nf-Teil drei Röhren DL 11 verwendet werden, von denen eine als Treiberstufe arbeitet, während die beiden anderen eine Gegentakt-Endstufe mit 1,3 Watt Ausgangsleistung bilden. Der Wobbe-Empfänger besitzt hingegen die Eigenart, daß er an Stelle der eingebauten Batterien ein Stromversorgungsteil besitzt, das die Anschaltung des Empfängers an Lichtnetze, oder aber an eine 6-Volt-Autobatterie zuläßt.

Ein neuartiges tragbares Gerät wurde von Tonfunk gezeigt; es ist ein Allstromempfänger, der in so flacher Bauart herausgebracht wurde, daß er in einen eleganten Reisekoffer eingelegt werden kann. Zum Empfang wird er wie eine Reise-Weckeruhr aufgestellt. Es ist kein Batterie-, sondern ein Netz-Reiseempfänger, gewissermaßen eine Fortentwicklung der Midget-Geräte französischen und amerikanischen Einflusses, für die bekanntlich zusätzlich meist Tragekoffer geliefert wurden, in fortschrittlicher und leistungsfähiger Bauart. Er sieht äußerlich aus, wie ein Heimempfänger, bei dem man die hintere Hälfte abgeschnitten hat. Eine gute Idee, der man nur wünschen möge, daß sie bei den Käufern entsprechend Anklang findet.

Im übrigen: Das Fernsehen wirft seine Schatten voraus. Die Antennenfirmen mühen sich, die UKW-Antennen zu verbessern und zu verbilligen und sie so zu gestalten, daß sie sich auch für Fernsehzwecke gut eignen. Mehrere Firmen hatten Fenster-UKW-Antennen ausgestellt, z. B. in Form eines zusammengekrümmten Falt-Dipols wie bei Wilhelm Sihn. Dadurch, daß man die sich gegenüberstehenden Enden des kreisförmig gebogenen Faltdipols durch eine Stellvorrichtung sich mehr oder weniger nähern kann, läßt sich die Antenne optimal an den Empfänger anpassen und so ein höchstmöglicher Empfangseffekt erzielen. Richard Hirschmann hat als Fensterantenne einen „halben" Faltdipol herausgebracht (um die Ausladung klein zu halten); als „zweite Hälfte" nagelt er einen isolierten Draht abgepaßter Länge auf das Fensterbrett. Roka hingegen wickelt den aus der üblichen Doppelleitung bestehenden Dipol auf und bringt ihn in einer handtellergroßen Isolierstoffdose unter, in der er mit der Ableitung der gewöhnlichen Rundfunkantenne gekoppelt wird — auch das soll, auf einfachste und billigste Weise, einen brauchbaren UKW-Empfang ermöglichen. Das FUNKSCHAU-Labor wird sich mit all diesen neuen Antennenformen meßtechnisch und praktisch befassen müssen, um den Lesern über die Aufnahmefähigkeit und die weiteren Eigenschaften dieser Gebilde objektiv berichten zu können. Auch die posaunenartig ausziehbaren Falt-Dipole, die sich auf ein Maximum einstellen lassen, gewinnen an Verbreitung.

Meßgeräte für die Kontrolle von Fernsehempfängern werden als Spezialität von Philips gebaut, welcher Firma die umfangreichen Erfahrungen des Eindhovener Hauses zur Verfügung stehen. Es war deshalb auch der Stand von Philips, auf dem Bundespräsident Dr. Heuß sich über das Fernsehen informieren ließ. Herr Schöps, der auf dem Stand die Presseabteilung vertrat, hat dem Bundespräsidenten erklärt, daß Philips zwar noch keine Fernsehempfänger zeigen würde, wohl aber alle Geräte, mit denen die ersteren während der Fabrikation geprüft, eingestellt, überwacht werden können. Die Messe bringt diesmal noch nicht die Fernsehempfänger selbst, sondern gewissermaßen deren Bestandteile und die Maschinen, aus denen man sie baut, und die nächste Ausstellung — die Industrieausstellung in Berlin — wird dann die Empfänger und das Fernsehen zeigen. Dies ist genau die Situation, die auf zahlreichen Ständen der Messe zu erkennen war, so z. B. bei Preh, wo eine Reihe neuer Spezialregler für Fernsehgeräte vorgelegt wurde, darunter Regler mit automatisch festgestellter Achse, für Schraubenzieher-Betätigung eingerichtet, die nur verstellt werden können, wenn man die Achse herunterdrückt. Diese Regler sind für die verschiedenen Grund-Einstellungen in einem Fernseher bestimmt. Auch sah man kombinierte Draht- und Schichtregler, die mit einer Achse bedient werden, ferner — als Neuerung für den akustischen Rundfunk — Lautstärkeregler mit zwei Abgriffen für gehörrichtige Lautstärkeregelung, mit denen die physiologische Kurve noch verbessert werden kann. Lorenz hatte seine Impulszentrale ausgestellt, ein großer Geräteschrank, der mit 144 Röhren und einer Fülle von Stufen, Schwingkreisen und verschiedensten Baugruppen alle Impulse und Frequenzen mit Ausnahme der eigentlichen ultrakurzen Trägerwelle liefert, die von einem Fernsehsender benötigt werden und über die auch jede Fabrik für Fernsehempfänger verfügen muß. Zu der Anlage gehört ein sog. Monoskop, das ist ein Ikonoskop mit fest eingeschmolzenem Testbild, so daß auch die Kamera-Verhältnisse einwandfrei nachgebildet werden können. Die Monoskop-Anlage enthält keinerlei bewegliche Teile und ist so der geeignetste Bildgeber für Empfänger-Entwicklungen, für die Überwachung von Fernsehsendern und dergleichen mehr.

Erich Schwandt

FUNKSCHAU
Zeitschrift für Funktechniker

Herausgegeben vom
FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN
Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer

Erscheint zweimal monatlich, und zwar am 5. und 20. eines jeden Monats. **Zu beziehen** durch den Buch- und Zeitschriftenhandel, unmittelbar vom Verlag und durch die Post.

Monats-Bezugspreis für die **gewöhnliche Ausgabe** DM 1.40 (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzüglich 6 Pfg. Zustellgebühr; für die **Ingenieur-Ausgabe** DM 2.— (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr. Preis des Einzelheftes der gewöhnlichen Ausgabe 70 Pfg., der Ingenieur-Ausgabe DM. 1.—.

Redaktion, Vertrieb u. Anzeigenverwaltung: Franzis-Verlag, München 22, Odeonsplatz 2. — **Fernruf:** 2 41 81. — Postscheckkonto München 57 58.

Berliner Geschäftsstelle: Berlin-Friedenau, Grazer Damm 155. — Fernruf 71 67 68 — Postscheckkonto: Berlin-West Nr. 622 66.

Verantwortl. für den Textteil: Werner W. Diefenbach, Kempten (Allgäu), für den Anzeigenteil: Paul Walde, München. — Anzeigenpreis nach Preisliste Nr. 7.

Auslandsvertretungen: Schweiz: Verlag H. Thali & Cie., Hitzkirch (Luz.) — Saar: Ludwig Schubert, Buchhandlung, Neunkirchen (Saar), Stummstraße 15.

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, (13 b) München 2, Luisenstr. 17. Fernsprecher: 5 16 25. Die FUNKSCHAU ist der IVW angeschlossen.

Amerikanische Antennen für FM-Rundfunk und Fernsehen

Im Hinblick auf den bevorstehenden Start des Fernsehens in Deutschland lohnt es sich, einen Blick nach den USA zu werfen, wo die Fernsehentwicklung bereits aus dem Versuchsstadium getreten ist und man auf Grund langjähriger Erfahrungen mit einer großen Zahl ausgereifter Antennenformen den beim FM-Rundfunk und beim Fernsehen vorherrschenden Empfangsverhältnissen gerecht werden konnte.

Bekanntlich sind in den USA für das Fernsehen 13 verschiedene Frequenzkanäle reserviert, die zwischen 44 und 216 MHz liegen und je 6 MHz Bandbreite haben. Die besseren Fernsehempfänger müssen so gebaut sein, daß sie auf allen Kanälen empfangen können. Jeder 6-MHz-Kanal ist dabei fest abgestimmt, manchmal mit einer kleinen Nachstimmvorrichtung versehen und nur in wenigen Fällen durchgehend abstimmbar. Interferenzerscheinungen beeinträchtigen oft engbenachbarte Kanäle und verursachen unklare Bilder. Daher werden z. Z. Fernsehversuche im ultrahohen (UHf) Frequenzgebiet (475...890 MHz) durchgeführt, in dem sich, selbst für ein verbreitertes Farbfernsehband, etwa 40 Sender leicht unterbringen lassen. Auch hierfür sind bereits Spezialantennen entwickelt worden. Dr. Goldsmith von der Firma Du Mont konnte mit einer solchen Empfangsantenne **(Bild 1)**, die auf dem Hausdach befestigt war, Fernsehsendungen im 600-MHz-Band empfangen, die von einem 5-kW-Sender mit 10fach verstärkender Antenne in 40 km Entfernung ausgesandt wurden.

Empfangsantennen für den FM-Rundfunk

Für den Empfang des normalen UKW-FM-Rundfunkbandes werden in Amerika ähnliche Antennen wie in Deutschland benutzt, wobei aber zur Erfüllung der weitgehenden Forderung nach gleichmäßig gutem Empfang des weiten Frequenzbandes (88...108 MHz) Empfangsantennen ausreichender Bandbreite bevorzugt werden. Da der einfache Dipol nur für den Empfang eines Senders maximale Eingangsspannung zu liefern vermag, findet er nur in unmittelbarer Sendernähe Anwendung und auch nur dort, wo man sich mit dem Empfang nur eines Senders begnügt. Meist werden Faltdipole mit Reflektor verwendet **(Bild 2)**, zuweilen auch die sog. „Yagiantenne". Letztere besteht aus einem einfachen Dipol oder Faltdipol mit ein oder mehreren Reflektoren und Direktoren, die eine hohe Richtungsempfindlichkeit und Trennschärfe ergeben, aber nur geringe Bandbreite zulassen. Aus dem Kurvenvergleich zwischen Faltdipol mit und ohne Reflektor **(Bild 3)** ist deutlich der durch den Reflektor erzielte Zuwachs an Verstärkungsgewinn zu ersehen, weshalb in Amerika mit Rücksicht auf die große Senderzahl aus Gründen höherer Selektion der Faltdipol mit Reflektor bevorzugt wird. Der Reflektor, ein ungeteilter Stab, ist hinter dem Dipol (vom Sender aus betrachtet) parallel zu diesem angebracht. Er hat keinerlei Anschlüsse und erhöht nicht nur die Antennenspannung um das 1,5fache, sondern schützt auch gegen von rückwärts einfallende Störer. Vielfach wird auch der gekreuzte Dipol verwendet, der eine Rundcharakteristik ergibt, allerdings sehr frequenzempfindlich ist. Infolge der zwischen den beiden Dipolen auftretenden Phasenverschiebung von 90° entsteht bei abweichender Frequenz eine starke Leistungsminderung. Will man einen wahlweisen Rundempfang mit maximaler Empfindlichkeit erreichen, so eignet sich hierfür ein drehbarer Faltdipol mit Reflektor, wie er z. B. von der Firma Amphenol mit einem fernzusteuernden Kleinmotor geliefert wird.

Fernsehempfangsantennen

Besondere Auswahl und Sorgfalt erfordert die Aufstellung von Fernsehempfangsantennen. Je weniger empfindlich ein Empfänger ist, um so leistungsfähiger muß die Antenne sein. Wegen der in Wohnräumen immer vorhandenen undefinierbaren Reflexionen ist stets eine Außenantenne vorzuziehen. Da Fernsehempfänger weniger empfindlich als FM- und AM-Empfänger sind, erfordern sie mindestens 100...300 µV Eingangsspannung, um Doppelbilder (Geisterbilder), Einwirkungen von Zündkerzenstörungen und Interferenzen zu vermeiden. Hinzu kommt noch mit Rücksicht auf die in USA vorhandene große Anzahl von Fernsehkanälen die Forderung nach Übertragung eines sehr breiten Frequenzbandes. Deshalb ist beim Fernsehen der Antennenfrage besondere Beachtung zu schenken. Mit normalen Fernsehantennen ist bei günstigem Gelände bis zu 60 km Radius vom Sender noch guter Empfang möglich. Mit hochwertigen Antennen kann man jedoch auch über diesen Bereich hinaus noch brauchbare Bilder erhalten.

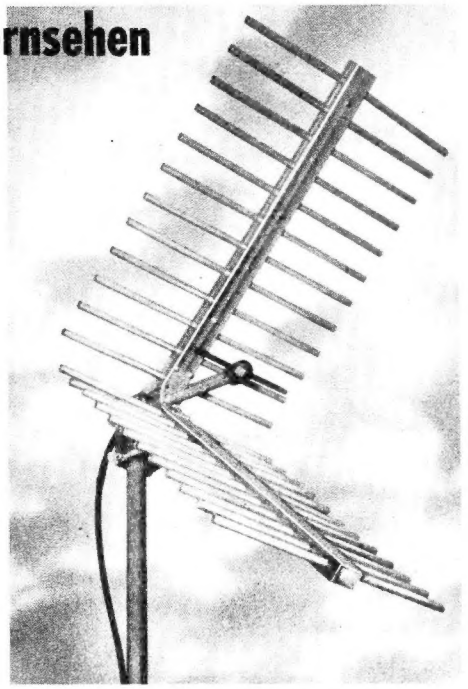


Bild 1. Fernsehempfangsantenne für 600 MHz nach Dr. Goldsmith

Theoretisch wäre maximaler Empfang jedes der vielen Senderkanäle mit je einer eigenen, auf die jeweilige Frequenz abgestimmten Empfangsantenne am idealsten. Einen günstigen Kompromiß liefert ein Faltdipol mit Reflektor (Bild 2), der ein ausreichend breites Band auf mehreren Kanälen zu übertragen vermag. Diese Antennenart wird zweckmäßig als Doppelantenne gebaut. Ein System ist für das untere und das andere für das obere Frequenzband bestimmt, so daß der Bereich von 44...216 MHz in zwei Hälften aufgeteilt wird. Es sind zwei Faltdipole, ein größerer für das untere und ein kleinerer für das obere Frequenzband, parallel geschaltet und mit einer gemeinsamen 300-Ω-Ableitung verbunden. Der Reflektor ist auf das untere Band abgestimmt, während der größere Faltdipol bei Empfang im oberen Band als Reflektor wirkt. Für Empfang in größeren Entfernungen werden Doppelsystem-Antennen mit zwei

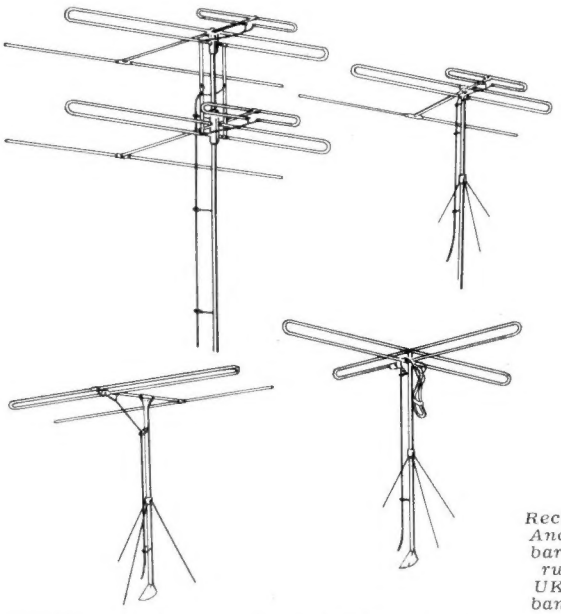
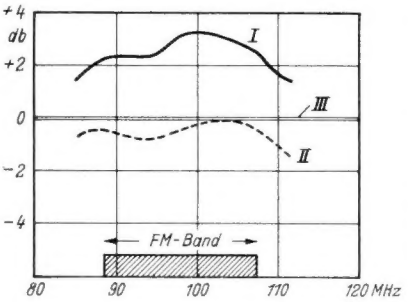
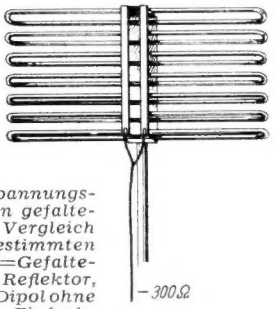


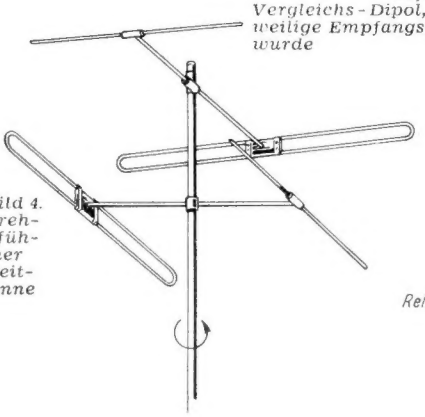
Bild 2. Verschiedene amerikanische Dipolantennen für FM-Rundfunk und Fernsehen. Links oben: Doppelsystem-Fernseh-Breitbandantenne, rechts oben: Doppel-Breitband-Fernsehantenne, links unten: Faltdipol mit Reflektor für FM, rechts unten: Gekreuzter Faltdipol mit Rundcharakteristik für FM



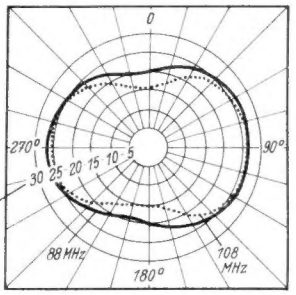
Links: Bild 3. Spannungsgewinn (db) von gefalteten Dipolen im Vergleich zu einem abgestimmten Einfachdipol (I = Gefalteter Dipol mit Reflektor, II = Gefalteter Dipol ohne Reflektor, III = Einfach-Vergleichs-Dipol, wenn er auf die jeweilige Empfangsfrequenz abgestimmt wurde

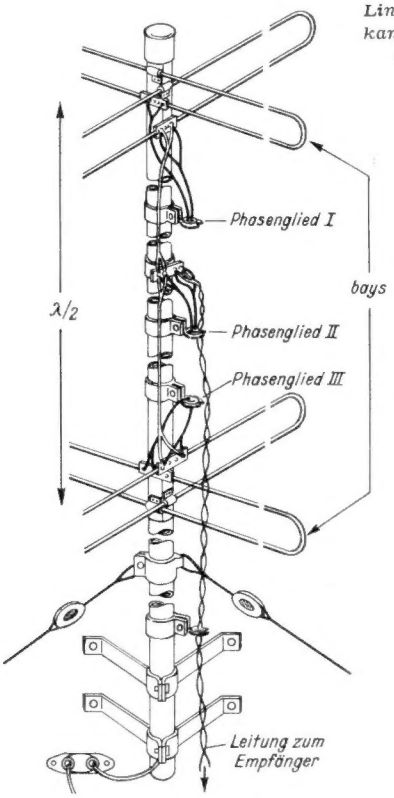


Rechts u. unten rechts: Bild 5. Ausführungsform und Charakteristik der „Rauland"-FM-Antenne

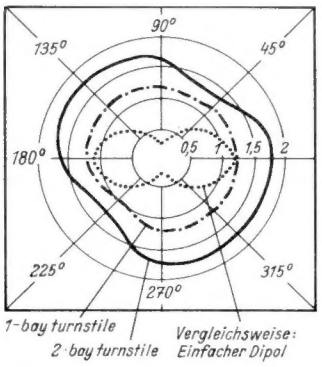


Rechts: Bild 4. Andere drehbare Ausführung einer UKW-Breitbandantenne





Links: Bild 6. Amerikanische „2-bay-turnstile"-Fernsehantenne



Rechts: Bild 7. Rundcharakteristik der Fernsehantenne nach Bild 6 im Vergleich zu anderen Antennenformen

übereinander angeordneten Dipolen verwendet. Die Firma Brach bringt eine derartige Antenne mit übereinander gruppierten Systemen heraus, von denen eines für den Bereich bis 108 MHz, das andere für das Band 174...216 MHz vorgesehen ist. Die Antennen sind drehbar angeordnet und sollen beste Bildwiedergabe gewährleisten **(Bild 4).** Die „Rauland"-FM-Antenne mit „Rundcharakteristik", die allerdings nur für ein bestimmtes Frequenzband um 100 MHz maximale Leistung ergibt, erspart das Nachdrehen auf den gewünschten Sender **(Bild 5).** Sie soll besonders unempfindlich gegen vertikal polarisierte (auch Zündfunken-) Störer sein. Eine ähnliche Rundcharakteristik liefert auch die „2-bay-turnstile"-Antenne **(Bild 6),** die verhältnismäßig teuer ist.

In unmittelbarer Sendernähe ermöglichen auch Innenantennen u. U. guten Bildempfang, wenn man sie an der jeweils günstigsten Stelle anbringt. Sie werden in drehbarer Form mit verstellbaren oder abstimmbaren Dipolen auf den Markt gebracht. Der abstimmbare Dipol hat den Nachteil, daß die Frequenzkurve sehr spitz verläuft, was bei ungenauer Abstimmung Bildverzerrungen ergeben kann.

Am besten hat sich in Sendernähe die einfachste Ausführung, der gefaltete Dipol, in Form einer auseinandergespannten Doppeladerleitung bewährt, die an der Mauer oder Decke isoliert angebracht wird, wobei auch auf Erschütterungsfreiheit zu achten ist, weil Dipolschwingungen zu mehr oder weniger großen Bildverzerrungen Anlaß geben können.

Dipl.-Ing. Roland Hübner

Ein Tonabnehmer nach dem elektronischen Prinzip

Die Umwandlung der mechanischen Bewegung (Auslenkung) der Abtastnadel eines Tonabnehmers in eine entsprechende EMK wurde bisher entweder nach dem elektromagnetischen (dynamischen) oder nach dem piezoelektrischen Prinzip vorgenommen. Versuche mit elektrostatischen und lichtelektrischen Tonabnehmern wurden wegen ihrer Unwirtschaftlichkeit eingestellt.

Diodenstrecke mit beweglicher Anode

Die Radio Corporation of Amerika (RCA) hat ein Schallplattenabtastverfahren herausgebracht, bei dem diese Umwandlung durch eine Elektronenröhre mit veränderlichem Innenwiderstand vorgenommen wird. Die praktische Ausführung zeigt eine Diodenstrecke, bei der die Anode beweglich angeordnet und mechanisch mit der Abtastnadel verbunden ist. Der Gedanke dazu ist an und für sich nicht neu. Bereits vor dem Kriege wurden bei uns Versuche in dieser Richtung unternommen, jedoch bereitete die Durchführung der beweglichen Elektrode durch den Glaskolben große Schwierigkeiten. Der Unterschied zwischen dem Druck der Außenluft und dem Röhreninneren beträgt mehr als 1 kg/cm² Es ist leicht erklärlich, daß zwischen der Forderung nach leichter Beweglichkeit und vakuumdichtem Abschluß nur schwer eine Kompromißlösung gefunden werden konnte. Erst die einwandfreie Beherrschung der Technik der Miniatur- und Stahlröhrenherstellung ermöglichte eine beiden Forderungen gerecht werdende Lösung.

Es ist interessant zu erfahren, daß die Entwicklung des elektronischen Teiles von einem ausgesprochenen Röhrenfachmann, Mr. G. M. Rose, im Röhrenlaboratorium der RCA durchgeführt wurde Die Vibrationen der Abtastnadel werden durch eine dünne Metallmembran auf die stabförmige Anode übertragen. Der Anodenstab ist konisch geformt, um die bewegte Masse so klein wie möglich zu halten. Der Kolben der „Röhre" besteht aus einem ca. 6 mm starken Metallröhrchen von 25 mm Länge. Dieses Röhrchen wird an einem Ende durch die straffgespannte Membran verschlossen. Den Abschluß des anderen Endes bildet ein Glaspfropfen, der in einem Pumpstutzen ausläuft. Die Abtastnadel wird über einen Verlängerungsarm an den nach außen ragenden Teil des Anodenstiftes angelötet. Um große Plattenschonung, leichte Bedienung und geringes Gewicht zu erreichen, gelangen wahlweise Safir- oder Diamantspitzen zur Anwendung. Um eine Auslenkung des Anodenstiftes in vertikaler Richtung durch das Eigengewicht des Tonabnehmers zu vermeiden, ist eine elastische Stütze in Form eines dünnen Stahldrahtes vorgesehen. Dieser Stahldraht wird durch einen Überzug mit einem gummiähnlichen Kunststoff gedämpft, der das Auftreten von Resonanzstellen verhindert. Es ist die einzige Dämpfung, die in dieser Tonabnehmerkonstruktion angewendet wird. Durch die Beschränkung dieser Dämpfung auf die vertikale Richtung wird die Frequenzkurve in keiner Form beeinträchtigt. Die mechanische Impedanz des Systems liegt sehr niedrig und erlaubt einen geringen Auflagedruck des Tonabnehmers. Diese hervorragenden Eigenschaften lassen den Tonabnehmer vorwiegend in Rundfunkstudios zum Abtasten von Schallfolien oder in der Schallplattenindustrie zum Abhören der „Zweitwachse" Verwendung finden[1]).

Technische Daten

Wie bereits erwähnt, besteht der elektronische Teil dieser Anordnung aus einer Diode, in der die Anode beweglich angeordnet ist. Eine Änderung des Abstandes von der Katode zur Anode bewirkt eine Änderung des Anodenstroms. Durch die Metallmembran ist die Anode leitend mit dem Außenmantel verbunden. Die Katodenzuleitung sowie die beiden Heizungsanschlüsse gehen durch den Glaspfropfen hindurch. In der Röhre können keine Verzerrungen auftreten, denn die Abhängigkeit des Anodenstroms vom Abstand ist in dem in Frage kommenden Teil linear. Der mittlere Innenwiderstand des Systems beträgt etwa 5000 Ω. Die Spannung an der Anode soll 22,5 Volt möglichst nicht überschreiten. Der Anodenruhestrom liegt etwa bei 2,5 mA. Die Ankopplung an den nachfolgenden Verstärker ist in allen bekannten Kopplungsarten möglich. Die effektive Nutzspannung, die bei Widerstandskopplung abgegeben wird, beträgt ca. 0,4 V. Durch Transformatorkopplung ist es möglich, diese Spannung auf 2 Volt zu erhöhen. Die Frequenzkurve zeigt einen Anstieg bei Frequenzen unter 1000 Hz, der den Abfall des tiefen Bereiches bei der Aufnahme ausgleicht. Günther W. Wielan

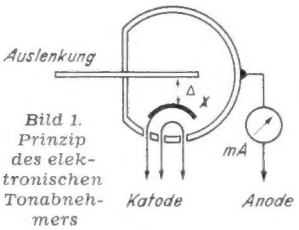


Bild 1. Prinzip des elektronischen Tonabnehmers

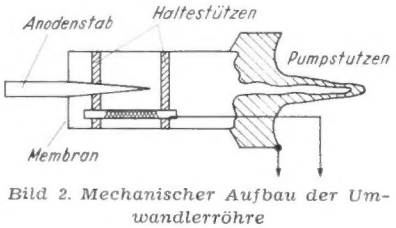
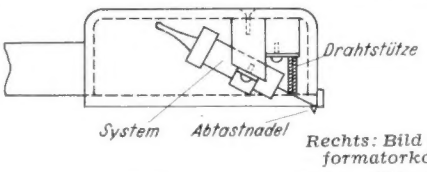
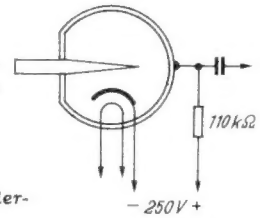


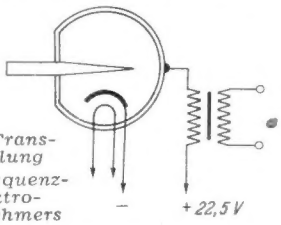
Bild 2. Mechanischer Aufbau der Umwandlerröhre



Rechts oben: Bild 3. Einbau der Umwandlerröhre in den Tonabnehmer

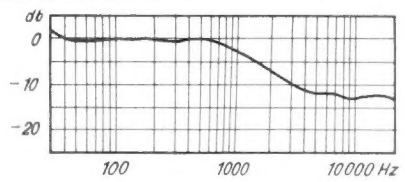


Rechts unten: Bild 5. Widerstandskopplung



Rechts: Bild 4. Transformatorkopplung

Unten: Bild 6. Frequenzkurve des elektronischen Tonabnehmers



[1]) In diesem Zusammenhang verdient es Erwähnung, daß die amerikanischen Schallplattenfabriken seit einiger Zeit nicht mehr in Wachs schneiden, sondern an Stelle der Wachse Lackfolien verwenden (Aluminiumplatten mit beiderseits aufgespritzter Schneidlackschicht). Auch in Deutschland macht man von diesem wesentlich eleganterem Verfahren Gebrauch. Die eigentliche Tonaufnahme wird bei den amerikanischen und deutschen Fabriken auf Magnetophonband genommen, von dem man auf die Folie überspielt.

Berechnung von Kreisen mit Kondensatoren

Der Kondensator ist nur in den allerseltensten Fällen ein unabhängiges Schaltelement. Fast immer befindet er sich in der Gemeinschaft von Induktivitäten und ohmschen Widerständen. Hierbei genügt es aber nicht, die Formel für den Blindwiderstand eines Kondensators zu wissen und mit ihr allein die Dimensionierung vorzunehmen. Um Enttäuschungen zu vermeiden, wird man sich der kleinen Mühe unterziehen müssen, den ganzen Kreis zu berechnen. Die nachstehende Zusammenfassung soll den Zweck haben, über den Rahmen einer Formelsammlung hinaus alles Wissenswerte für die Dimensionierung von Kondensatoren in leicht faßlicher Form zu bringen. Besonderer Wert wurde dabei auf die Illustrierung der Formeln durch Vektordiagramme gelegt. Mit Hilfe der Schulgeometrie ist es dann fast immer möglich, aus dem Vektorbild direkt die erforderliche Formel anzusetzen.

Es soll eine Aufstellung der verwendeten Bezeichnungen und der Dimensionen vorausgeschickt werden, in denen die Werte einzusetzen sind:

U	(Volt)	Spannung als Gleichstrommittelwert oder Effektivwert im stationären Zustand. Die Indizes „R, L, C" geben an, an welchen Schaltelementen die betreffende Spannung auftritt
u	(Volt)	Spannung als Augenblickswert zu einer bestimmten Zeit „t"
$\mathfrak{U}$	(Volt)	Vektor der Spannung „U", d. h. Darstellung des betreffenden Wertes nach Größe und Richtung
I	(Amp)	Strom als Gleichstrommittelwert oder Effektivwert. Die Indizes „R, L, C" geben an, in welchen Schaltelementen dieser Strom fließt
i	(Amp)	Augenblickswert des Stromes
$\mathfrak{J}$	(Amp)	Vektor des Stromes „I"
R	(Ohm)	Ohmscher Widerstand. Die Indizes dienen zur Unterscheidung verschiedener Größen in einem Kreis
$\mathfrak{R}$	(Ohm)	Vektor (unecht) des ohmschen Widerstandes
X	(Ohm)	Blindwiderstand (resultierende Größe)
X_L	(Ohm)	Induktiver Blindwiderstand $= \omega L$
X_C	(Ohm)	Kapazitiver Blindwiderstand $= \frac{1}{\omega C}$
$\mathfrak{X}$	(Ohm)	Vektor (unecht) des Blindwiderstandes
Z	(Ohm)	Scheinwiderstand = vektorielle Summe aus Wirk- und Blindwiderstand
$\mathfrak{Z}$	(Ohm)	Vektor (unecht) des Scheinwiderstandes
C	(Farad)	Kapazität
L	(Henry)	Induktivität
f	(Hertz)	Frequenz (Perioden pro Sek.)
ω		Kreisfrequenz $= 2\pi f$
φ		Phasenwinkel zwischen Strom und Spannung
δ		Verlustwinkel $= 90^0 - \varphi$

1. Einfache Reihenschaltung von Kondensator - Induktivität - Widerstand

Bild 1 zeigt die Schaltung der betrachteten Anordnung. Selbstverständlich kann die Reihenfolge der einzelnen Elemente beliebig gewählt werden.

Bild 2 zeigt, wie sich die Widerstandswerte vektoriell zusammensetzen im Hinblick auf das Strom-Spannungsdiagramm, in das sie eingefügt werden sollen. Es sind hierzu folgende Regeln zu beachten:

„R" ist in Phase mit der Gesamtspannung „U" (d. h. hat die gleiche Richtung),

„X_L" steht senkrecht auf „R" und zwar nacheilend,

„X_C" steht senkrecht auf „R" und zwar voreilend,

„Z" ist in Phase mit dem Gesamtstrom „I".

Der resultierende Blindwiderstand ergibt sich als die Differenz des induktiven und kapazitiven Anteils, also zu:

$$X = X_L - X_C = \omega L - \frac{1}{\omega C}.$$

Die Größe des Scheinwiderstandes ergibt sich zu:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}.$$

Der Phasenwinkel φ kann entsprechend den gemachten Voraussetzungen auch bereits aus dem Diagramm des Bildes 2 abgelesen werden. Man erkennt:

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z}, \qquad \operatorname{tg}\varphi = \frac{X}{R},$$

und für den Verlustwinkel $\operatorname{tg}\delta = \frac{R}{X}$.

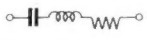


Bild 1. Reihenschaltung Kondensator - Induktivität - Widerstand

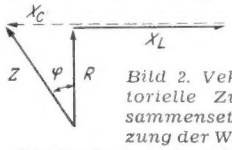


Bild 2. Vektorielle Zusammensetzung der Widerstandswerte im Hinblick auf das Stromspannungsdiagramm

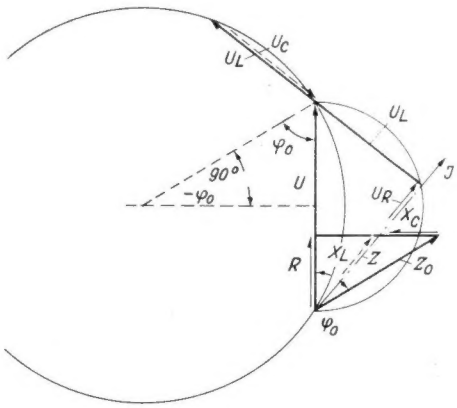


Bild 3. Gesamtverhältnisse der Spannungsgrößen und des Stromes in Verbindung mit den Widerstandswerten

Bild 3 zeigt die Gesamtverhältnisse der Spannungsgrößen und des Stromes in Verbindung mit den Widerstandswerten die getrennt schon in Bild 2 gezeigt wurden. Über die Konstruktion des Diagramms ist folgendes zu sagen: Die Richtung des Spannungsvektors „U" (sie ist die gleiche wie die für den ohmschen Widerstand „R") wird angenommen. Man zeichnet das Diagramm für die Widerstände nach den Regeln, die für Bild 2 angegeben wurden, also „X_L" senkrecht auf „R" und zwar nach rechts. Die vektorielle Summe von „R" und „X_L" ergibt die Größe „Z_0", die mit dem Vektor von „R" den Winkel φ_0 einschließt. An „X_L" wird rückläufig, also nach links, die Größe von „X_C" angetragen. Die vektorielle Summe von „R", „X_L" und „X_C" ergibt „Z". Die Richtung von „Z" ist aber auch die des Stromes „I", der somit eingetragen werden kann, wenn sein Absolutwert errechnet worden ist. Die Vektoren von „U" und „I" schließen wieder den Phasenwinkel φ ein. Dies ist selbstverständlich der gleiche Winkel φ, den die Vektoren „R" und „Z" des Bildes 2 einschließen. Zur Bestimmung der Größen von U_R und U_X zeichnet man über „U" einen Halbkreis. Die Richtung von „I" schneidet auf diesem Halbkreis die Größe von „U_R" ein. Senkrecht auf „U_R" steht der Vektor von „U_X" und damit ist richtig „U" die vektorielle Summe von „U_R" und „U_X" geworden.

Für die Bestimmung der Teilspannungen „U_L" und „U_C" ist folgendes Verfahren anzuwenden: Der Vektor von „U" muß Sehne werden in einem Kreis mit dem halben Zentriwinkel $90^0 - \varphi_0$. Dieser Kreis ist dann der geometrische Ort für die Teilspannungen „U_L" und „U_C" nach der Beziehung:

$$U_X = U_L - U_C.$$

Dadurch ist „U" die vektorielle Summe von „U_R, U_L und U_C" geworden.

Aus Bild 3 können nun folgende Beziehungen abgelesen werden:

$$U_R = U \cdot \cos\varphi = I \cdot R, \quad U_X = U \cdot \sin\varphi = I \cdot X,$$

$$U_L = I \cdot X_L = I \cdot \omega L, \quad U_C = I \cdot X_C = I \cdot \frac{1}{\omega C}.$$

Endlich erhält man:

$$U = I \cdot \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = I \cdot \sqrt{R^2 + X^2} = I \cdot Z$$

Aus dem Diagramm läßt sich sofort das Überspannungsverhältnis ablesen. Für den Resonanzfall mit $X_L = X_C$ und $\varphi = 0$ wird es:

$$\ddot{U} = \frac{U_L}{U_R} = \frac{X_L}{R} = \frac{X_C}{R}.$$

2. Die kombinierte Reihenschaltung von Widerständen R_1 und R_2, Induktivitäten L_1 und L_2 und Kapazitäten C_1 und C_2

Dieser Fall ist wie die einfache Reihenschaltung zu behandeln, wenn man folgende Grundgesetze anwendet:

$$R = R_1 + R_2,$$
$$L = L_1 + L_2,$$
$$1/C = 1/C_1 + 1/C_2.$$

Das heißt, daß in Reihe geschaltete Widerstände und Induktivitäten sich addieren, daß hingegen bei in Reihe geschalteten Kondensatoren sich deren Leitwerte addieren.

Man erhält also folgenden resultierenden Blindwiderstand:

$$X = X_1 + X_2 = \omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1} + \omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}.$$

Und für den Scheinwiderstand ergibt sich zunächst:

$$Z = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (X_1 + X_2)^2}.$$

Setzt man aber in gewohnter Weise:

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_1^2} \text{ und } Z_2 = \sqrt{R_2^2 + X_2^2},$$

dann gilt für:

$$Z = \sqrt{Z_1^2 + Z_2^2 + 2\, Z_1 Z_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2)}$$

Diese etwas kompliziert aussehende Wurzel läßt sich sehr einfach grafisch lösen nach den Regeln der Trigonometrie, wie in **Bild 4** gezeichnet ist. An Z_1 wird unter dem Winkel $(\varphi_1 - \varphi_2)$ die Größe von Z_2 angetragen. Die Summe dieser beiden so gerichteten Größen ist dann Z.

3. Einfache Parallelschaltung von Widerstand, Induktivität und Kondensator

Das Schaltbild ist in **Bild 5** angegeben. Man merke: In den Formeln für Parallelschaltung setze man Leitwerte an die Stelle von Widerstandsgrößen in Formeln, die für Reihenschaltung gültig sind.

Analog gilt: In den Vektordiagrammen für Parallelschaltung zeigen die Ströme die gleichen Verhältnisse, wie die Spannungswerte bei der Reihenschaltung (die Ströme sind ja proportional den Leitwerten).

Die vektorielle Zusammensetzung der Widerstandswerte zum resultierenden Scheinwiderstand geht aus **Bild 6** hervor.

Der Scheinwiderstand Z ist die Höhe im rechtwinkligen Dreieck mit den Kateden R und X. Der Phasenwinkel wird eingeschlossen von den Vektoren von R und Z.

Für die Einordnung in das Gesamtstrom - Spannungsdiagramm soll gleich vorweg gesagt werden, daß:

R ist in Phase mit dem Gesamtstrom I,
Z ist in Phase mit der Spannung U,
X steht senkrecht auf R und damit auch auf I.

Es gelten also folgende Beziehungen:

$$1/Z = \sqrt{(1/R^2) + (1/X^2)},$$

und da: $1/X = 1/X_C - 1/X_L$,

wird: $$\frac{1}{Z} = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2}$$

Es berechnet sich also der Gesamtstrom zu:

$$I = U\frac{1}{Z}.$$

Aus der Formel $1/X = 1/X_C - 1/X_L$ kann man sich den Wert von X in bekannter Art ausrechnen nach:

$$X = \frac{X_C \cdot X_L}{X_L - X_C}$$

Für häufige Berechnungen und Dimensionierungen besonderer Art kann es recht angenehm sein, das Nomogramm nach **Bild 7** zu verwenden. Es läßt sich denkbar einfach herstellen. Die Leiter für X_C ist die Winkelhalbierende zu den Leitern von X und X_L, die einen spitzen Winkel beliebiger Größe miteinander bilden. Alle Leitern sind linear geteilt, X_C hat die doppelte Maßstabeinheit als X und X_L.

Für besondere Zweckdimensionierungen kann es recht vorteilhaft sein, die beiden Diagramme nach Bild 6 und Bild 7 zu einer Einheit zu vereinen. Man erhält dann eine Darstellung nach **Bild 8**. Bei dieser Darstellung sind nur R und Z als gerichtete Größen zu betrachten, wie wir im nächsten Bild sehen werden. Wir zeichnen uns die drei sich in einem Punkt schneidenden Leitern für X, X_C und X_L nach den Regeln auf, die bei Bild 7 angegeben wurden. Die Größe für R wird senkrecht an die Leiter von X angetragen. Den Vektor für Z findet man nun festgelegt als Schnittpunkt der Halbkreise über R und X, nachdem man letzteren Wert als Einschnitt der Geraden durch die bekannten Daten von X_C und X_L gefunden hat.

Die beiden graphischen Darstellungen nach Bild 6 und Bild 7 sind mit großem Vorteil auch für eine Menge anderer Operationen anwendbar. Es sei nicht versäumt nochmal darauf hinzuweisen, daß die Darstellung nach Bild 6 die Lösungsform für folgende Gleichung darstellt:

$$\frac{1}{Z^2} = \frac{1}{X^2} + \frac{1}{R^2}.$$

Es ist dies bekanntlich die Formel für die Höhe Z eines rechtwinkligen Dreiecks mit den Kateden R und X.

Das Nomogramm nach Bild 7 in der gezeichneten Form stellt die Beziehung:

$$\frac{1}{X_C} = \frac{1}{X} + \frac{1}{X_L} \text{ dar.}$$

Mit diesem Nomogramm kann man also sehr bequem die Beziehungen für parallel geschaltete Widerstände und seriengeschaltete Kondensatoren feststellen, denn es gilt doch:

für zwei parallele Widerstände

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2},$$

und für zwei Kondensatoren in Reihe

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}.$$

Es ist also R bzw. C auf der symmetrisch liegenden Mittelleiter mit der doppelten Maßstabeinheit aufzutragen als R_1 und R_2 bzw. C_1 und C_2 auf den Außenleitern.

In **Bild 9** ist endlich das vollständige Diagramm für die einfache Parallelschaltung von Widerstand, Induktivität und Kapazität gezeichnet. Es zeigt, welche räumliche Lage das Diagramm des Bildes 8 zu den Vektoren der Teilströme I_R, I_L, I_C und I, dem Gesamtstrom, sowie der Gesamtspannung U hat. Es lassen sich folgende Beziehungen erkennen:

$$I_R = \frac{U}{R}, \qquad I_L = \frac{U}{X_L} = \frac{U}{\omega L},$$

$$I_C = \frac{U}{X_C} = U\omega C, \qquad I_X = I_L - I_C,$$

$$I = \sqrt{I^2_R + I^2_X},$$

$$\cos\varphi = \frac{Z}{R}, \qquad \sin\varphi = -\frac{Z}{X},$$

$$\operatorname{tg}\varphi = -\frac{R}{X}, \qquad \operatorname{tg}\delta = \frac{I_R}{I_L - I_C} = \frac{X}{R}.$$

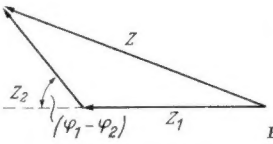


Bild 4. Trigonometrische Lösung

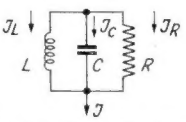


Bild 5. Einfache Parallelschaltung von Widerstand, Induktivität und Kondensator

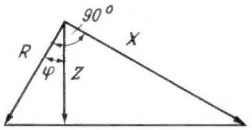


Bild 6. Vektorielle Zusammensetzung der Widerstandswerte zum resultierenden Scheinwiderstand

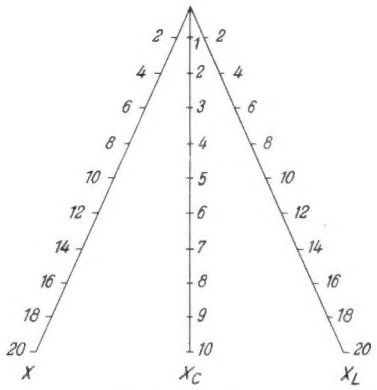


Bild 7. Nomogramm für die Beziehungen, die zwischen porallelgeschalteten Widerständen und seriengeschalteten Kondensatoren bestehen

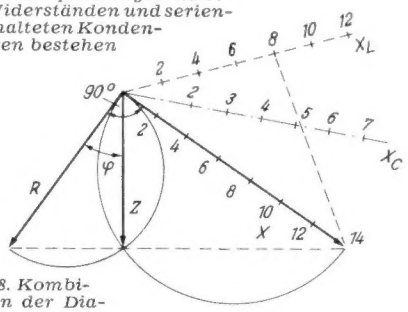


Bild 8. Kombination der Diagramme nach Bild 6 und 7

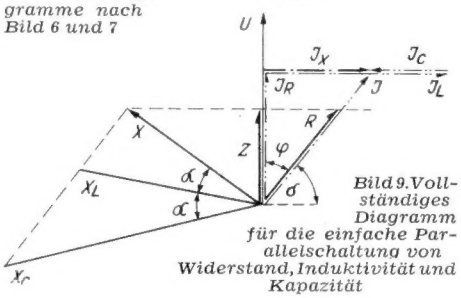


Bild 9. Vollständiges Diagramm für die einfache Parallelschaltung von Widerstand, Induktivität und Kapazität

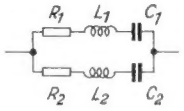


Bild 10. Schaltbild für kombinierte Reihen-Parallelschaltung

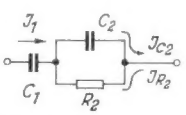


Bild 11. Abgewandeltes Beispiel nach Bild 10

4. Kombinierte Reihen-Parallelschaltung

Bild 10 zeigt das Schaltbild, in dem die Größen R_1, R_2, L_1, L_2, C_1 und C_2 angeordnet sind. Man behandelt zunächst jeden Zweig für sich allein nach den Regeln und Formeln, die unter 1. angegeben wurden. Für das Vektordiagramm bestimmt man also zunächst die beiden Teilströme I_1 und I_2 und addiert diese dann vektoriell, um den Gesamtstrom I zu erhalten. Für die Berechnung bestimme man nacheinander:

$$X_1 = X_{L1} - X_{C1} = \omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1},$$

$$X_2 = X_{L2} - X_{C2} = \omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2},$$

$$Z_1 = \sqrt{R^2_1 + X^2_1}, \qquad Z_2 = \sqrt{R^2_2 + X^2_2},$$

$$\cos\varphi_1 = \frac{R_1}{Z_1}, \qquad \cos\varphi_2 = \frac{R_2}{Z_2}.$$

Nach der Bestimmung der Phasenwinkel φ_1 und φ_2 kann man entweder entsprechend Bild 4 auf zeichnerische Art oder nach folgender Formel den resultierenden Leitwert ermitteln:

$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{Z^2_1} + \frac{1}{Z^2_2} + \frac{2}{Z_1 Z_2}\cos(\varphi_1 - \varphi_2)}.$$

Zum besseren Verständnis sei noch ein weiteres Beispiel angeführt; die Schaltung ist in **Bild 11** angegeben.

Für das Vektordiagramm ist folgendes zu beachten:

$U_{R2} = U_{C2}$ und steht senkrecht auf dem Vektor I_{C2},
U_{R2} ist in Phase mit dem Strom I_{R2},
U_{C1} steht senkrecht auf dem Vektor von I_1.

Das Vektordiagramm ist in **Bild 12** angegeben, dort kann man ablesen:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{X_2}{R_2} = \frac{I_{R2}}{I_{C2}},$$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{X_1 I_{R2}}{X_1 I_{C2} + X_2 I_{C2}} = \frac{I_{R2}}{I_{C2}} \frac{X_1}{X_1 + X_2} = \frac{X_2}{R_2} \frac{X_1}{X_1 + X_2}.$$

Somit erhält man für den Verlustwinkel:

$$\operatorname{tg}\delta = \operatorname{tg}(\alpha - \beta) = \frac{\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{tg}\beta}{1 + \operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}\beta}.$$

Für den Scheinwiderstand der Parallelschaltung von R_2 und C_2 ergibt sich:

$$\frac{1}{Z_2} = \frac{1}{R_2} + j\omega C_2 = \frac{1 + j\omega C_2 R_2}{R_2}, \text{ also:}$$

$$Z_2 = \frac{R_2}{1 + j\omega C_2 R_2}.$$

Der Scheinwiderstand der Gesamtschaltung ergibt sich demnach zu:

$$Z = Z_1 + Z_2 = \frac{1}{j\omega C_1} + \frac{R_2}{1 + j\omega C_2 R_2}.$$

5. Umwandlung von Reihenschaltung in Parallelschaltung und umgekehrt

Es gibt eine große Anzahl von Problemen, die sich nur einfach lösen läßt, wenn man die vorhandene Schaltungsart in das Gegenteil umwandelt. Es ist bekannt, daß man jede Reihenschaltung in eine Parallelschaltung umwandeln kann und umgekehrt, ohne daß sich die elektrischen Verhältnisse ändern. Betrachten wir zu der folgenden Aufstellung die Diagramme des Bildes 3 für die Reihenschaltung und des Bildes 9 für die Parallelschaltung. Die Indizes r und p in den Formeln sind die Kennzeichen für Reihenschaltung und Parallelschaltung.

Reihenschaltung	Parallelschaltung
$U_R = U\cos\varphi = R\,I$	$I_R = U\frac{1}{R}$
$U_X = U\sin\varphi = X\,I$	$I_X = U\frac{1}{X}$
$R_r = Z_r\cos\varphi$	$R_p = \frac{Z_p}{\cos\varphi}$
$X_r = Z_r\sin\varphi$	$X_p = \frac{Z_p}{\sin\varphi}$

Da nun die eine Schaltungsart durch die andere ersetzt werden soll, also $Z_r = Z_p$ sein muß, ergibt sich:

$$R_r = R_p \cos^2 \varphi \qquad R_p = \frac{R_r}{\cos^2 \varphi}$$

$$X_r = X_p \sin^2 \varphi \qquad X_p = \frac{X_r}{\sin^2 \varphi}$$

6. Symbolische Ausdrucksformen

Kombinierte Reihen-Parallelschaltungen lassen sich manchmal gar nicht einfach berechnen. Oft muß man das Vektordiagramm als „Zwischenrechnung" heranziehen. Das erübrigt sich, wenn man die Aufgabe symbolisch löst. Es sei deshalb eine Gegenüberstellung der wichtigsten symbolischen Ausdrucksformen für die Reihenschaltung und Parallelschaltung gebracht.

Reihenschaltung	Parallelschaltung
Induktivität + Widerstand	
$\mathfrak{Z} = R + j\omega L$	$\mathfrak{Z} = \frac{R\, j\omega L}{R + j\omega L}$
Kondensator + Widerstand	
$\mathfrak{Z} = R + \frac{1}{j\omega C}$	$\mathfrak{Z} = \frac{R}{1 + j\omega CR}$
Induktivität + Kondensator + Widerstand	
$\mathfrak{Z} = R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}$	$\frac{1}{\mathfrak{Z}} = \frac{1}{R} - j\frac{1}{X}$
$\mathfrak{Z} = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$	$\frac{1}{X} = \frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}$
$\mathfrak{Z} = R + jX$	$\frac{1}{\mathfrak{Z}} = \frac{1}{j\omega L} - j\omega C$
$\mathfrak{U} = U_R + jIX = I \cdot \mathfrak{Z}$	$\mathfrak{J} = I_R - j\frac{U}{X}$

7. Der Kondensator bei Schaltvorgängen

Die Verwendung des Kondensators als Hilfsmittel bei der Beherrschung von Schaltvorgängen ist sehr alt. Man sieht leicht ein, daß man die günstigsten Verhältnisse erhält, wenn man den Kondensator so dimensioniert, daß die magnetische Energie des Kreises ganz in die statische Energie umgesetzt werden kann; d. h. wenn erfüllt ist: $1/2\, L\, I^2 = 1/2\, C\, U^2$.

Betrachten wir hierzu die Schaltung **Bild 13**, in dem dem Schalter ein Kondensator C mit dem Widerstand R_c in Reihe parallel liegt. Ist die angegebene Bedingung erfüllt, so ist der Maximalwert der am Schalter auftretenden Spannung:

$$U_{Sm} = I \sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Zur Dimensionierung der einzelnen Elemente ist folgendes zu sagen: Hat die Induktivität des Kreises die Größe L, und ist die Summe der ohmschen Widerstände R_L, so ist C und R_c nach folgender Gleichung auszulegen:

$$R_c = R_L = \sqrt{\frac{L}{C}} = R.$$

Mit dieser Dimensionierung stellt die kombinierte Reihen-Parallelschaltung einer Induktivität mit einem ohmschen Widerstand zu einem Kondensator mit Serienwiderstand für alle Frequenzen einen ohmschen Widerstand der Größe R dar. Die Bedeutung dieser Gleichung ist sehr weittragend für alle elektrischen Kreise, in denen man mit Unstetigkeiten in Strom oder Spannung zu rechnen hat.

Ganz allgemein gilt doch für die kombinierte Reihen-Parallelschaltung in Bild 13, (denn bei geöffnetem Schalter liegt C mit R_c parallel zu L mit R_L):

$$\mathfrak{Z}_1 = R_L + j\omega L,$$

$$\mathfrak{Z}_2 = R_c + \frac{1}{j\omega C} = \frac{1 + j\omega CR_c}{j\omega C},$$

also für die resultierende Leitfähigkeit:

$$\frac{1}{\mathfrak{Z}} = \frac{1}{\mathfrak{Z}_1} + \frac{1}{\mathfrak{Z}_2} = \frac{1}{R_c + j\omega L} + \frac{j\omega C}{1 + j\omega CR_c}.$$

Wenn wir in diese Gleichung die obige Forderung: $R_c = R_L = \sqrt{\frac{L}{C}}$ einsetzen, erhalten wir als resultierenden Scheinwiderstand den Wert: $R = R_c = R_L$. Dieses den Nichtfachmann verblüffende Ergebnis sagt mehr, als daß es die ideale Funkenlöschung in induktiven Kreisen darstellt; es stellt auch die ideale Phasenkompensation für Wechselstromkreise dar, in denen keine Sinusform vorausgesetzt werden kann. Greifen wir nur einige Gebiete aus der Wechselstromtechnik heraus, wie z. B. Regelkreise mit Thyratrons, gesteuerte und ungesteuerte Quecksilberdampfgleichrichter, gesteuerte Gleichrichter jeder Art und

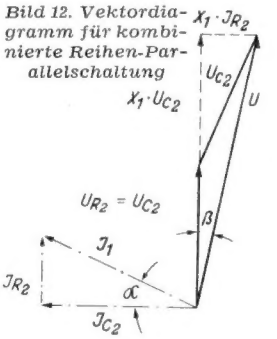


Bild 12. Vektordiagramm für kombinierte Reihen-Parallelschaltung

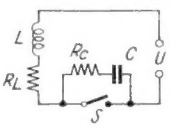


Bild 13. Parallelschaltung des Kondensators C und des Widerstandes R_c zu Schalter S

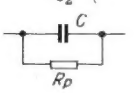


Bild 14. Parallelgeschalteter Kondensator

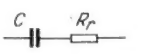


Bild 15. In Serie geschalteter Kondensator

das immer mehr Bedeutung gewinnende Gebiet der Entladungsröhren, im besonderen die Langfeldleuchten. Wird in solchen Kreisen die Kompensation oder auch die Glättung nicht mit der erforderlichen Sorgfalt dimensioniert, so läuft man Gefahr, daß sich in irgendwelchen Betriebszuständen Resonanzkreise mit Oberwellen bilden. Der Begriff Oberwellen ist dabei nicht auf die Netzharmonische beschränkt, denn durch die steilen Zündflanken sind in solchen Schaltanordnungen praktisch alle Frequenzen vorhanden. Verwandt, aber nicht wesensgleich mit den eben behandelten Problemen ist die Störschutztechnik. Hier soll der Kondensator verhindern, daß Schaltfunken der Anlaß zur Ausbreitung von Wellen werden, die den Radioempfang störend beeinflussen. Dieses Gebiet ist so breit, daß hier nicht der Versuch gemacht werden soll, alle einschlägigen Probleme zu streifen. Wir wollen im Rahmen dieses Aufsatzes nur auf folgendes hinweisen: Bei der Dimensionierung eines Störschutzkondensators genügt es nicht, als Betriebsspannung schlechthin die Netzspannung anzugeben, man vergewissere sich, ob nicht durch Oberwellen, die innerhalb des Apparates erzeugt werden, der Kondensator überbeansprucht wird oder die ihm zugedachte Funktion nicht ausführen kann. Betrachten wir den häufigen Fall eines Universalmotors, der mit Wechselspannung betrieben wird. Bei solchen Motoren ist es keine Seltenheit, daß die Nutenharmonischen und besonders die Kollektoroberwellen über 50 % der am Anker liegenden Netzspannung ausmachen. Hat man nun den Berührungsschutzkondensator einfach so dimensioniert, daß man die Kapazität aus Netzspannung, Netzfrequenz und dem VDE-gemäßen Schreckstrom berechnet hat, so darf man sich nicht wundern, wenn der Kunde das Gerät beanstandet, weil es elektrisiert. Denn über den so berechneten Berührungsschutzkondensator fließt ein Vielfaches von dem Wert, den der VDE als ungefährlich genehmigt. Für den parallel zum Anker liegenden Kondensator ist zu überlegen, ob er nicht durch diese Oberwellen überlastet wird, besonders dann, wenn er aus Sparsamkeitsgründen spannungsmäßig sehr knapp ausgelegt und möglicherweise gar nicht als Störschutzkondensator bestellt wurde.

Bei der Dimensionierung von Kondensatoren für die Phasenkompensation (Verbesserung des Leistungsfaktors) und den Betrieb von Ein- bzw. Dreiphasenmotoren am Einphasennetz wird man aus Sicherheitsgründen stets einen Fachmann um Rat fragen. Einzelheiten würden hier viel zu weit führen. In beiden Fällen ist vor der Berechnung eine genaue Kenntnis der gegebenen Verhältnisse erforderlich, wenn man Schaden verhüten will.

8. Kombinierte Kondensatoren

Es kommt gar nicht selten vor, daß man gewollt oder gezwungen Kondensatoren mit verschiedenen elektrischen Eigenschaften zusammensetzt. Im Gerätebau hat man aber neben den Werten für Spannung und Strom auch noch den Temperaturkoeffizienten der Dielektrizitätskonstanten (den TK der DK) und den Verlustfaktor tgδ sorgfältig zu berücksichtigen. Im Hinblick auf diese beiden Kenngrößen soll nun die Serienschaltung und Parallelschaltung von Kondensatoren näher betrachtet werden.

Vorweg sei noch genommen, daß der Verlustfaktor eines Kondensators einmal betrachtet werden kann als Parallelschaltung eines Widerstandes R_p zu einem idealen Kondensator oder auch als Reihenschaltung eines Widerstandes R_r zur verlustfreien Kapazität. Diese beiden Ersatzschaltungen sind in den **Bildern 14** und **15** angegeben. Man erhält bekanntlich für den Fall des parallelgeschalteten Widerstandes (Bild 14):

$$\mathrm{tg}\delta = \frac{1}{\omega \cdot R_p \cdot C}.$$

Entsprechend gilt aber für die Reihenschaltung des Widerstandes:

$$\mathrm{tg}\delta = \omega \cdot R_r \cdot C.$$

Aa) Denken wir uns zwei verlustbehaftete Kondensatoren im Symbol nach Bild 14 in Reihe geschaltet, so erhält man ausgehend von der Beziehung:

$$\mathrm{tg}\delta = \frac{\text{Wirkleistung}}{\text{Blindleistung}}$$

als Ausdruck für den resultierenden Verlustfaktor:

$$\mathrm{tg}\delta_0 = \frac{\frac{1}{C_1} \cdot \mathrm{tg}\delta_1 \cdot \frac{1}{(1 + \mathrm{tg}^2\delta_1)} + \frac{1}{C_2} \mathrm{tg}\delta_2 \frac{1}{(1 + \mathrm{tg}^2\delta_2)}}{\frac{1}{C_1} \frac{1}{(1 + \mathrm{tg}^2\delta_1)} + \frac{1}{C_2} \frac{1}{(1 + \mathrm{tg}^2\delta_2)}}.$$

Ab) Gehen wir aus vom Symbol des Bildes 15 und schalten wir zwei solche Kondensatoren in Reihe, so erhält man für den resultierenden Verlustfaktor:

$$\mathrm{tg}\delta_0 = \frac{\frac{1}{C_1} \cdot \mathrm{tg}\delta_1 + \frac{1}{C_2} \cdot \mathrm{tg}\delta_2}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}.$$

In diese Form geht auch die unter Aa) angegebene Formel über, wenn man voraussetzt, daß der Verlustfaktor beider Teilkondensatoren sehr viel kleiner als 1 ist. Dies trifft aber für alle in Frage kommenden Kondensatoren zu, so daß man mit der Formel unter Ab) stets auskommen wird.

Wir hatten unter Abschnitt 5 kennengelernt, daß bei der Überführung einer Reihenschaltung in eine äquivalente Parallelschaltung und umgekehrt für die ohmsche Komponente der Faktor $\cos^2 \varphi$ eingesetzt werden muß. Nun ist aber $\varphi = 90^0 - \delta$. Es gilt also:

$$\cos^2 \varphi = \frac{1}{1 + \mathrm{tg}^2\delta},$$

und damit:

$$R_r = R_p \frac{1}{1 + \mathrm{tg}^2\delta}.$$

Mit dieser Erklärung dürfte die Formel unter Aa) verständlich geworden sein.

Man erkennt, daß der Verlustfaktor des Teilkondensators nur mit dem reziproken Wert des zugehörigen Kapazitätswertes in den resultierenden Verlustfaktor eingeht.

Ac) Der Temperaturkoeffizient der Dielektrizitätskonstanten, kurz: TK_ε genannt, wird normalerweise als folgender Ausdruck angegeben:

$$TK_\varepsilon = \frac{1}{C} \frac{\Delta C}{\Delta T}.$$

Durch Differentiation der bekannten Formel für die Reihenschaltung von Kondensatoren erhält man für den resultierenden Temperaturkoeffizienten der DK

$$TK_{\varepsilon_0} = \frac{\frac{1}{C_1} TK_{\varepsilon 1} + \frac{1}{C_2} TK_{\varepsilon 2}}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}.$$

Diese Formel entspricht ganz dem Ausdruck für den resultierenden Verlustfaktor, es geht also auch der TK_ε des Teilkondensators nur mit dem reziproken Wert der Teilkapazität in den resultierenden TK_ε ein.

Ba) Die Parallelschaltung von Kondensatoren ist nun weit häufiger als die Reihenschaltung, deren Hauptanwendung bei der Bildung von kapazitiven Spannungsteilern liegen wird. Auch bei der Parallelkombination von Kondensatoren erhalten wir wieder verschiedene Formeln je nachdem, ob wir den Verlustwiderstand parallel oder in Reihe zum Kondensator annehmen.

Denken wir uns Kondensatoren nach dem Symbol des Bildes 14 parallelgeschaltet, so erhält man für den resultierenden Verlustfaktor:

$$tg\delta_0 = \frac{C_1\, tg\delta_1 + C_2\, tg\delta_2}{C_1 + C_2}.$$

Bb) Bei der Parallelschaltung von Kondensatoren nach Bild 15, in dem der Verlustwiderstand jeder Teilkapazität in Serie liegt, ergibt sich für den resultierenden Verlustfaktor der Kombination:

$$tg\delta_0 = \frac{C_1 \cdot tg\delta_1 \cdot \frac{1}{(1 + tg^2\delta_1)} + C_2\, tg\delta_2 \frac{1}{(1 + tg^2\delta_2)}}{C_1 \frac{1}{(1 + tg^2\delta_1)} + C_2 \frac{1}{(1 + tg^2\delta_2)}}$$

Setzt man hierin voraus, daß $tg\delta_1 \ll 1$ und $tg\delta_2 \ll 1$, so geht der Ausdruck über in:

$$tg\delta_0 = \frac{C_1\, tg\delta_1 + C_2\, tg\delta_2}{C_1 + C_2}.$$

Diese Formel ist aber wieder identisch mit dem unter Ba) angegebenen Ausdruck, so daß man fast in allen Fällen mit der einfacheren Formel rechnen kann.

Bc) Für den Temperaturkoeffizienten der Parallelkombination von Kondensatoren ergibt sich unter der Voraussetzung der unter Ac) angegebenen Definition:

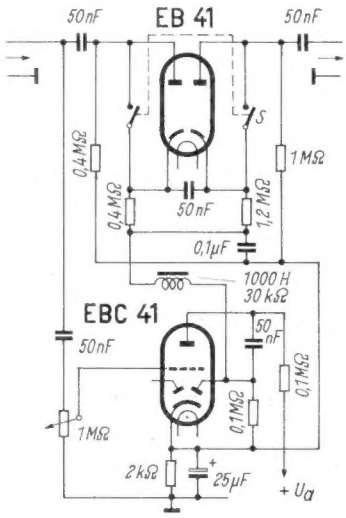
$$TK_{\varepsilon_0} = \frac{C_1\, TK_{\varepsilon 1} + C_2\, TK_{\varepsilon 2}}{C_1 + C_2}.$$

Mit den hier gebotenen Unterlagen dürfte es möglich sein, die meisten in elektrischen Kreisen mit Kondensatoren auftretenden Probleme rechnerisch eindeutig zu erfassen und eine sichere Dimensionierung vorzunehmen. Dipl.-Ing. Karl Pfister

Praktische Ausführung des Tungsram-Störbegrenzers

In FUNKSCHAU Nr. 24, Jahrg. 1950, ist ein allgemein gehaltener Aufsatz über Störbegrenzer erschienen. Zahlreiche Anfragen aus dem Leserkreis bieten Veranlassung, nähere Angaben über den Tungsram-Störbegrenzer zu veröffentlichen.

Die Schaltung enthält die Werte der Schaltungselemente für den Störbegrenzer. Gegenüber dem Schaltbild im oben erwähnten Aufsatz sind einige geringfügige Ergänzungen angebracht worden. Der doppelpolige Umschalter S schließt in der einen Stellung die beiden Diodenstrecken der Röhre EB 41 kurz. In der anderen Stellung wird der Kurzschluß der Dioden



Schaltung des Tungsram-Störbegrenzers mit Bemessungswerten

aufgehoben und gleichzeitig die Niederfrequenzspannung dem Gitter der Röhre EBC 41 zugeführt. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, den Störbegrenzer abzuschalten, wenn dies die Empfangsverhältnisse zulassen.

Wirkungsweise

Die Wirkung des Störbegrenzers beruht darauf, daß Störimpulse kurzer Zeitdauer beseitigt werden. Ein Störimpuls kurzer Zeitdauer entspricht einer Schwingung hoher Frequenz. Bei der Dimensionierung des Störbegrenzers muß ein Kompromiß geschlossen werden zwischen bestmöglicher Störbegrenzung und möglichst guter Wiedergabe der hohen Tonfrequenzen. Die Wiedergabe der hohen Frequenzen wird mehr oder weniger benachteiligt. Deshalb empfiehlt es sich, den Störbegrenzer nur bei Vorhandensein von Störungen in Tätigkeit zu setzen. Wenn hingegen der Empfang störungsfrei ist, kann der Störbegrenzer mit Hilfe des Schalters S abgeschaltet werden. Gleichzeitig gestattet der Schalter S eine Überprüfung der Wirkung des Störbegrenzers.

Zweckmäßige Anordnung

Wo soll nun der Störbegrenzer in der Schaltung eingesetzt werden? Es gibt dafür bei den normalen Empfängerschaltungen, die eine Nf-Vorstufe und eine Endstufe haben, grundsätzlich zwei Möglichkeiten. Der Begrenzer kann entweder vor das Gitter der Nf-Vorröhre oder zwischen Vorröhre und Endstufe geschaltet werden. Die Aussteuerfähigkeit der Begrenzerschaltung ist beschränkt. Deshalb wird man sie nur dann zwischen Nf-Vorstufe und Endröhre schalten, wenn es sich um Empfänger mit kleiner Ausgangsleistung handelt, bei denen sich am Gitter der Endstufe keine großen Wechselspannungen befinden. In der Regel wird man deshalb den Begrenzer vor das Gitter der Nf-Vorstufe in die Schaltung einfügen.

Einstellung des Potentiometers

Nun noch einiges über die Einstellung des Regelpotentiometers (1 MΩ). Die Diodenstrecken führen im Ruhezustand — bei der Diodenspannung Null Volt — einen Strom, den Ruhestrom, und sind deshalb für kleine Wechselspannungsamplituden leitend. Aus diesem Grunde wird die niederfrequente Signalspannung bei heruntergedrehtem Regler vom Störbegrenzer hindurchgelassen. Bei größer werdender Amplitude wird das Signal verzerrt. Nun dreht man den Regler so weit auf, bis die Klangfarbe durch Einsetzen der Begrenzerwirkung dunkler wird. Besonders gut kann man den richtigen Einstellungspunkt dann finden, wenn der Empfang durch Störungen, die durch den Begrenzer weitgehend unterdrückt werden, beeinträchtigt ist.

Funktechnische Fachliteratur

UKW-Empfang mit Zusatzgeräten

Von Herbert G. Mende. Beratender Ingenieur. 64 Seiten mit 16 Bildern und 9 Tabellen. Band 4 der Radio-Praktiker-Bücherei. 2. Auflage. Preis 1,20 DM. Franzis-Verlag, München.

Das UKW-Zusatzgerät stellt in der Übergangszeit eine wirtschaftliche Lösung des UKW-Empfanges dar, wenn man es richtig zu bauen versteht. Der bekannte Verfasser macht es sich in der zweiten Auflage der Broschüre zur Aufgabe, in einleitenden Kapiteln zunächst die Eigenschaften der einzelnen, bisher üblichen Schaltungen aufzuzeigen und sehr ausführlich auf wichtige Einzelprobleme der Praxis einzugehen. Neben Spulen- und Bandfilterfragen werden u. a. Verbindungsdrähte und Überbrückungskondensatoren behandelt. Der Temperaturkompensation und dem Phasengang sind weitere Ausführungen gewidmet. Der Praktiker wird ferner die aufschlußreichen Aufbaurichtlinien sowie die Ausführungen zur Verdrahtung, Abschirmung und zum Abgleich begrüßen.

Im letzten Kapitel gibt der Autor eine Zusammenstellung praktisch erprobter UKW - FM - Zusatzgeräte. Die übersichtlichen Schaltungen umfassen Geradeausempfänger, Pendelrückkopplungs - Zusätze sowie Superhet-Zusätze und enthalten alle für den praktischen Aufbau erforderlichen Bemessungswerte. Die ganz auf die Bedürfnisse des Praktikers eingerichtete Broschüre setzt die Kenntnis des Bandes 3 der Radio-Praktiker-Bücherei voraus und vermittelt wichtige Unterlagen für den Selbstbau von UKW-Zusatzgeräten. d.

Moderne Zweikreis-Empfänger

Von Hans Sutaner. 64 Seiten mit 43 Bildern und Schaltungen. Band 15 der Radio-Praktiker-Bücherei. 2. Auflage. Preis 1,20 DM. Franzis-Verlag, München.

Der Zweikreiser gehört auch heute noch zu den beliebtesten Selbstbaugeräten, da Konstruktion und Abgleich kaum Schwierigkeiten bieten. Die nunmehr in zweiter Auflage herausgekommene Broschüre unseres Mitarbeiters kommt den Wünschen des Praktikers und Bastlers nach Anleitungen für den Selbstbau moderner Zweikreisempfänger entgegen. Der Bandfilter-Zweikreiser nach O. Limann findet im ersten Kapitel der empfehlenswerten Veröffentlichung eingehende Darstellung. Theorie, Konstruktions- und Abgleichfragen werden in allgemein verständlicher Weise behandelt. Wer sich einen Zweikreiser aufbauen möchte, findet neun ausführliche Schaltungen von Bandfilter-Zweikreisern verschiedener Stromarten und Leistungsklassen.

Im zweiten Teil der Broschüre schildert der Verfasser Grundlagen, Technik und Abgleich des Zweikreis-Empfängers ohne Bandfilter, wobei zahlreiche praktisch erprobte Schaltungen mit allen Bemessungswerten, auch mit Schwundregelung, geboten werden. Die Fülle der angegebenen Schaltungen und praktischen Hinweise gibt dem Bastler und Werkstatt-Techniker wertvolle Anregungen und Arbeitsunterlagen. d.

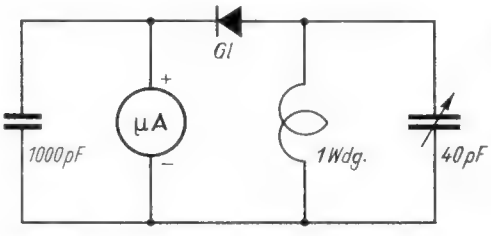
Den Umzug des FRANZIS-VERLAGES

in die neuen Geschäftsräume München 22, Odeonsplatz 2, hat der Druckfehlerteufel ausgenützt, um uns ein Schnippchen zu schlagen. So wurden aus den „elektrischen Musikinstrumenten in der Überschrift des Aufsatzes von Harald Bode „elektrische Meßinstrumente". Wir sind überzeugt, daß unsere Leser diesen Fehler bemerkt und in Anbetracht der Umzugsstimmung entschuldigt haben.

Bewährte Bauformen von Absorptionsfrequenzmessern für UKW

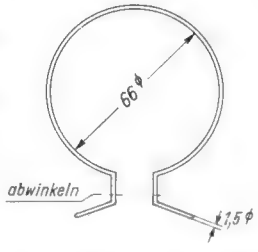
Wenn man von Lecherleitungen absieht, läßt sich eine unbekannte Frequenz am einfachsten mit Hilfe eines veränderlichen Resonanzkreises messen, dessen Skala unmittelbar in kHz oder MHz geeicht ist. Da der Resonanzkreis keine Harmonischen erzeugt, spricht er jeweils nur auf die eingestellte Frequenz an. Er ist deshalb unentbehrlich, wenn man die Grundwelle von den Harmonischen unterscheiden will. Für die Werkstätte erweist sich der Resonanzfrequenzmesser als ein nützliches Gerät, auch wenn bereits ein Röhrenfrequenzmesser vorhanden sein sollte. Die Resonanz- bzw. Absorptionsfrequenzmesser arbeiten nicht mit der hohen Genauigkeit der Röhrenfrequenzmesser. Einfache Handhabung und Betriebssicherheit sowie Unabhängigkeit von äußeren Stromquellen machen sie jedoch z. B. zu Trimm- und Abgleicharbeiten an Oszillatoren usw. geeignet.

In den folgenden Ausführungen wird nun der Selbstbau zweier Absorptionsfrequenzmesser beschrieben, wobei das erste Gerät für das 3-m-Band bestimmt ist, während die andere Konstruktion



Links: Bild 1. Schaltung des einfachen UKW-Absorptionsfrequenzmessers

Rechts: Bild 2. Ausführung und Abmessungen der Spulenwindung



den Frequenzbereich von 100 kHz...120 MHz bestreicht und zugleich als Grobfeldstärkemesser und Tonprüfer verwendet werden kann.

Absorptionsfrequenzmesser für den 3-m-Bereich

Wie aus **Bild 1** hervorgeht, besteht das Gerät lediglich aus einem Schwingkreis und aus dem in Serie zu einem Kristalldetektor geschalteten Drehspulinstrument. Die Genauigkeit der Frequenzmessung hängt vor allem von der Empfindlichkeit des Resonanzanzeige-Instrumentes ab. Im Mustergerät wurde ein kleines Drehspulinstrument (Neuberger) mit einem Vollausschlag von 60 µA benutzt.

Von der Verwendung einer Diode als Gleichrichter wurde Abstand genommen, da bereits bei den zu messenden ultrahohen Frequenzen nicht mehr zu vernachlässigende Laufzeiteffekte auftreten, die die Wirksamkeit einer Diode stark herabsetzen. Berücksichtigt man ferner die unerwünschten Kapazitäten der Fassungen, so ist dem Kristalldetektor mit seiner geringen Kapazität von etwa 0,2 pF und seinem großen Steilheitsverhältnis zwischen Sperr- und Durchlaßrichtung unbedingt der Vorzug zu geben. Ein vorzüglicher, für diesen Zweck geeigneter Kristalldetektor wurde früher von Siemens (Telefunken) unter der Bezeichnung „Richtleiter" hergestellt. Er besitzt Größe und Form eines ¼-Watt-Widerstandes mit Lötenden. In **Bild 3** ist dieser kleine Gleichrichter deutlich zu erkennen. An Stelle dieses Spezialteiles können ohne weiteres ein festeingestellter, handelsüblicher Kristalldetektor oder eine Germaniumdiode verwendet werden. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, den Kristalldetektor vor dem Einbau in ein kleines Metallgehäuse einzusetzen. Der bekannte Sirutor hat sich beim Mustergerät nicht bewährt.

Als Abstimmkondensator kommt nur ein stabiler, keramisch isolierter Drehkondensator mit Luftdielektrikum in Betracht. Es ist besonders darauf zu achten, daß die Zuführung nicht aus Litze oder aus einer Spiralfeder besteht. Im Mustergerät wurde ein Kondensator mit 40 pF Endkapazität und annähernd logarithmischem Plattenschnitt verwendet, der eine gleichmäßige Skaleneichung garantiert. Der Drehkondensator, der eine isolierte Achse haben soll, wird isoliert auf die Grundplatte aufgesetzt, am besten in einem Abstand von einigen Zentimetern.

Als Spule dient eine einzige Windung (Hartkupferdraht, 1,5 mm stark, lichte Weite 66 mm), die direkt an die Kondensator-Lötfahnen angelötet wird. Auf Einhaltung der genauen Abmessungen der Spule ist zu achten (vgl. **Bild 2**). Die gesamte abgewickelte Drahtlänge beträgt 24,5 cm, während die Selbstinduktion 0,17 µH groß ist. Die Spule wird an drei Stellen mit Hilfe kleiner Calitleisten absolut erschütterungsfrei befestigt, sonst aber freitragend ausgeführt. Eine Versilberung der Spule erweist sich als zweckmäßig, aber nicht als unbedingt notwendig. Der parallel zum Anzeigeinstrument geschaltete Ladekondensator soll eine induktionsfreie, keramische Ausführung sein. Der Kapazitätswert (100...1000 pF) ist keineswegs kritisch, da sich bei abweichender Kapazität lediglich die Einspielgeschwindigkeit des Instrumentenzeigers ändert.

Die Aluminiumfrontplatte (**Bild 4**) ist von allen Schaltelementen vollkommen isoliert und steht nur durch einen kleinen Metallwinkel in leitender Verbindung mit dem Metall-Handgriff des Gerätes. Das Chassis ist in einem Hartholzrahmen versenkt eingelassen. Als Boden dient eine dünne Sperrholz- oder Pertinaxplatte. Bei der Verdrahtung ist auf kürzeste Leitungsführung zu achten, schwingende Drähte sind unbedingt zu vermeiden. Lötfett darf nicht verwendet werden.

Bei der Ausführung von Frequenzmessungen nähert man das Gerät dem Hf-Generator und dreht den Abstimmkondensator unter Beobachtung des Drehspulinstru-

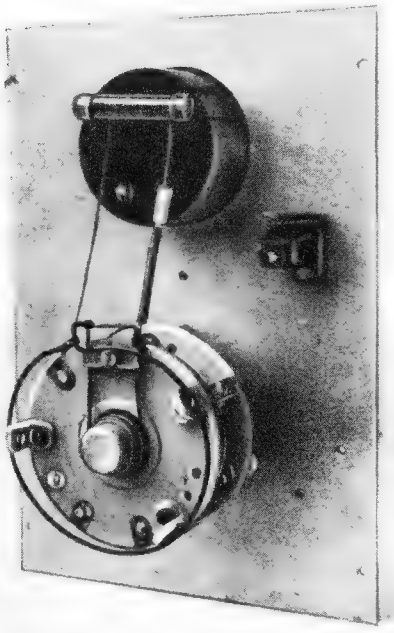


Bild 3. Aufbau des einfachen UKW-Absorptionsfrequenzmessers

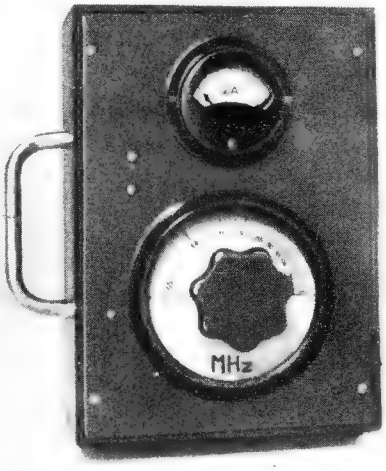


Bild 4. Außenansicht des einfachen UKW-Absorptionsfrequenzmessers

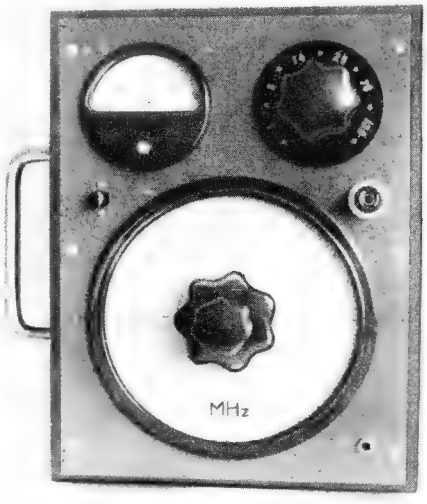


Bild 5. Außenansicht des Universal-UKW-Absorptionsfrequenzmessers

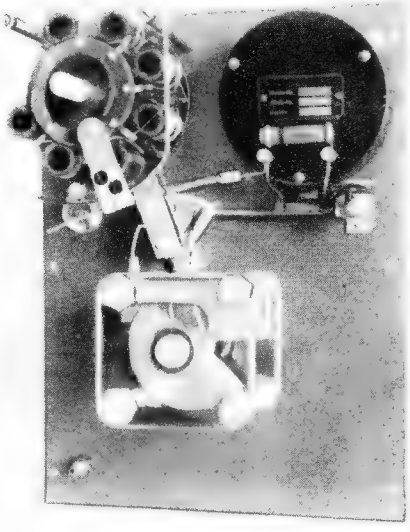
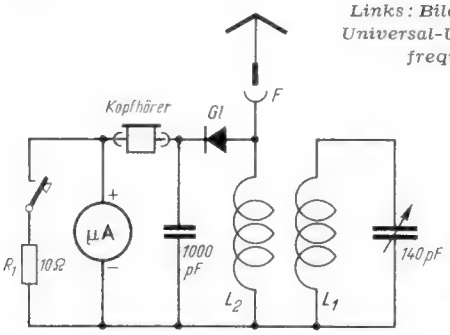
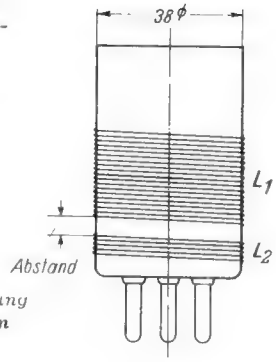


Bild 6. Blick in den Innenaufbau des UKW-Absorptionsfrequenzmessers. Links oben ist der Spulenrevolver sichtbar



Links: Bild 7. Schaltung des Universal-UKW-Absorptionsfrequenzmessers



Rechts: Bild 8. Maßskizze des verwendeten Steckspulenkörpers und Anordnung der Wicklungen

mentes langsam durch. Bei Annähern an die Resonanzfrequenz beobachtet man ein rasches Ansteigen des Zeigers. Durch lösere Kopplung erreicht man, daß der Ausschlag innerhalb der Instrumentenskala bleibt. Der richtige Frequenzwert ergibt sich, wenn genau auf Resonanzmaximum eingestellt ist. Da bei zu enger Kopplung zwischen dem Frequenzmesser und dem zu messenden Kreis eine geringe Rückwirkung auf beide Kreise entsteht, wird größte Genauigkeit jeweils bei loser Kopplung erreicht. Beim Messen der Oszillatorfrequenz dürfte ein Abstand von 150...250 mm ausreichend sein. Soll die eingestellte Frequenz eines Rückkopplungsempfängers ermittelt werden, so zieht man die Rückkopplung am Empfänger nur so leicht an, daß der Empfänger gerade noch schwingt. Beim Durchdrehen des auf eine Entfernung von etwa 100 mm angenäherten Frequenzmessers reißt an einer bestimmten Stelle die Schwingung mit einem deutlich hörbaren Knacken ab. Durch mehrmaliges Wiederholen dieses Vorganges kann man den Resonanzpunkt ziemlich genau ermitteln.

Universal-Absorptionsfrequenzmesser

Eine andere Form des Absorptionsfrequenzmessers bedient sich der gleichen Schaltelemente mit Ausnahme der auswechselbaren Spulen. Die Ankopplung des Frequenzmessers geschieht jedoch nicht direkt, sondern über eine besondere Kopplungsspule **(Bild 7)**. Durch diese Anordnung wird der eigentliche Schwingkreis nur wenig belastet, so daß man eine höhere Meßgenauigkeit erhält. Der parallel zum Instrument angeordnete und mit Hilfe einer Drucktaste einzuschaltende Shunt R_1 soll das Meßwerk vor Überlastung schützen. Für Überwachungszwecke z. B. von Sendern kann in die beiden Buchsen ein Kopfhörer eingesteckt werden. Das Gerät ist ferner auch für Grob-Feldstärkemessungen verwendbar, wenn man in die Buchse F eine etwa einen Meter lange Stabantenne steckt (z. B. Kathrein-Autoantenne). Für normale Messungen erübrigt sich eine Hilfsantenne, da sonst das Maximum zu breit wird.

Wie aus dem Schaltbild hervorgeht, muß bei diesem Gerät ein Drehkondensator von etwa 140 pF verwendet werden, um den großen Frequenzbereich von 100 kHz bis 120 MHz mit wenigen Spulen bestreichen zu können. Die auswechselbaren Steckspulen kann man auf einen vierpoligen Röhrensockel wickeln **(Bild 8)**. Die aufgetragenen Windungen werden z. B. mit Cohesan festgekittet. Der Abstand der beiden Wicklungen soll unbedingt eingehalten werden.

Wer mit mechanischen Arbeiten besonders vertraut ist, kann die einzelnen Spulen zu einem Spulenrevolver kombinieren, wie er auch im Mustergerät **(Bild 5)** verwendet wurde. **Bild 6** zeigt das verdrahtete Gerät von der Rückseite. Links oben befindet sich der Spulenrevolver. Zwischen diesem und dem Drehspulinstrument ist der verwendete Germanium-Gleichrichter zu erkennen. Darunter befinden sich der Träger für die Kontaktfedern sowie der 140-pF-Abstimmkondensator. Die Deckplatten des Drehkondensators und des Spulenrevolvers bestehen aus Plexiglas, die Abstandsbolzen aus Calit.

Eichung

Bei nicht allzu hohen Ansprüchen an die Frequenzgenauigkeit genügt ein Frequenzvergleich mit einem geeichten Empfangsgerät. Zu diesem Zweck benötigt man einen einfachen Hilfsoszillator, der den gleichen Bereich wie das Empfangsgerät umfaßt. Nun stimmt man den Empfänger auf eine Station mit bekannter Frequenz ab, stellt den Hilfsoszillator auf die Grundfrequenz (Schwebungsnull) ein und gewinnt so einen zuverlässigen Eichpunkt. Dementsprechend verfährt man bei anderen Frequenzen.

Spulentabelle zum Universal-Absorptionsfrequenzmesser

(Frequenzbereich 100 kHz...120 MHz)

Spule	Frequenzbereich MHz	L_1 Wdg.	Drahtdurchmesser mm	Abstand mm	L_2 Wdg.	Drahtdurchmesser mm
1	1,0...3,5	81¾	0,35	6	17	0,25
2	5,0...8,0	37¾	0,5	6	12	0,25
3	6,0...14	17¾	0,8	6	6	0,25
4	7,5...25	8¾	1,3	5	4	0,3
5	22...70	2¾	1,3	5	2	0,3
6	40...120	¾	1,5	5	1	0,3

Da die einzelnen Kristalldetektoren in ihren elektrischen Werten sehr verschieden sind, empfiehlt es sich, die günstigste Windungszahl der Kopplungsspule L_2 durch Versuch zu ermitteln. Die richtige Windungszahl ergibt den größten Strom. Bei verkehrtem Ausschlag ist der Gleichrichter umzupolen.

Der Durchmesser des Spulenkörpers beträgt 38 mm. Dieser Wert ergibt sich, wenn man auf den Röhrenfuß einer alten Stiftröhre (z. B. RE 084) ein Isolierrohr aufschiebt.

Ing. A. Aschenbrenner

Einfacher Absorptionsfrequenzmesser

Mit dem Absorptionsfrequenzmesser ist auf einfache und wenig kostspielige Art die Ermittlung der Grundfrequenz von Oszillatoren möglich, ohne weitere Hilfseinrichtungen hinzuziehen zu müssen. Aus diesem Grunde bevorzugt der KW-Amateur dieses Meßprinzip, wenn festgestellt werden soll, ob der Oszillator z. B. auf dem richtigen Band schwingt oder der Verdoppler im richtigen Frequenzbereich arbeitet.

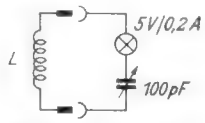
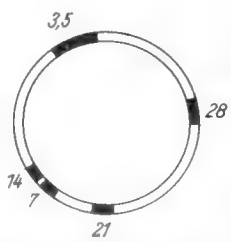


Bild 1. Schaltung des einfachen Absorptionsfrequenzmessers



Rechts: Bild 2. Eichfelder für die einzelnen Amateurbänder

Konstruktionseinzelheiten

Verzichtet man auf Resonanzanzeige mit Hilfe eines Meßinstrumentes und begnügt man sich mit einem Glühlämpchen als Resonanzindikator, so kommt man zu der einfachen, in **Bild 1** gezeigten Anordnung, die im Prinzip einen gewöhnlichen Schwingkreis darstellt und aus der Spule L, dem Drehkondensator 100 pF sowie aus dem in Serie geschalteten Lämpchen besteht.

Es empfiehlt sich, als Abstimmkondensator eine Ausführung mit keramischen Deckplatten zu wählen und auswechselbare Steckspulenkörper gleichfalls aus keramischem Material zu verwenden. Die Spulenwickeldaten gehen aus der **Tabelle** hervor.

Spulenwickeldaten [1])

Band	Windungen	Wicklungslänge mm	Wicklungsdurchmesser mm	Drahtdurchmesser mm
80 m	18¾	18	36	0,8 CuL
40 m	13½	13	36	0,8 CuL
20 m	5	4,5	36	0,8 CuL
10 m [2])	2	2	36	0,8 CuL

[1]) Die Angaben beziehen sich auf den Hirschmann-Steckspulenkörper.

[2]) Mit dieser Spule kann gleichzeitig auch das 15-m-Band gemessen werden.

Da in der Regel nicht die genaue Frequenz gemessen werden soll — hierfür steht in den meisten Fällen ein Röhrenfrequenzmesser zur Verfügung —, sondern nur der Bereich der Grundfrequenz zu ermitteln ist, genügt für die meisten Fälle der Praxis eine vereinfachte Eichung in der aus **Bild 2** ersichtlichen Art. Es sind Eichfelder für die fünf Amateurbereiche angegeben und verschiedenfarbig ausgeführt.

Gehäuseausführung

Das allseitig geschirmte Gehäuse besteht aus 2 mm starkem Aluminiumblech. (Abmessungen: 80 mm breit, 80 mm hoch, 95 mm tief.) Es enthält an der Frontplatte eine Öffnung für den Glühlämpchen-Indikator, während an der Rückseite die Steckfassung für die auswechselbaren Spulen befestigt ist. Hierfür hat sich eine fünfpolige Europa-Röhrenfassung bewährt.

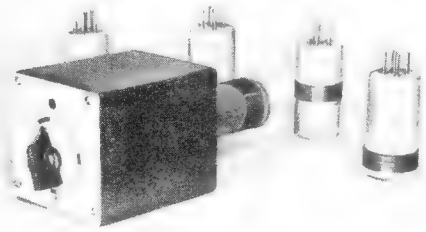


Bild 3. Gesamtansicht des Absorptionsfrequenzmessers mit zugehörigen Steckspulen

Der Kopplungsabstand zwischen L und dem zu messenden Kreis soll so groß gewählt werden, daß das Indikatorlämpchen gerade noch aufleuchtet. In diesem Falle ist das Meßresultat am zuverlässigsten.

Einzelteilliste

Drehkondensator (Hopt & Co.)
100 pF, KW-Drehkondensator, keramische Deckplatten
Steckspulenkörper (Hirschmann)
6 Stück, keramische Ausführung
Kleinbauteile (Mentor, Dr. P. Mozar)
1 Europa-Röhrenfassung (fünfpolig),
1 Zeigerknopf
Skalenlämpchen (Osram)
5 Volt, 0,2 Amp.

Einführung in die Fernseh-Praxis

11. Folge: Der Bild-Demodulator

Auf den Zwischenfrequenzverstärker folgt nun der Bild-Demodulator, dessen Besprechung wir heute bringen.

4. Der Bild-Demodulator

Der Ausgang des Bild-Zf-Verstärkers steuert den Bild-Demodulator. Bevor wir die in der Praxis in Betracht kommende Schaltung näher besprechen, wollen wir uns an Hand von **Bild 45** und **46** einige grundsätzliche Dinge klarmachen.

Beim Bild-Demodulator stoßen wir das erstemal auf Polaritätsfragen, die beim Rundfunkempfang keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielen. Während die Niederfrequenz einer Rundfunksendung vorzugsweise aus mehr oder weniger oberwellenhaltigen Sinusschwingungen besteht, die symmetrisch weiterverstärkt werden, stehen wir bei der Fernsehsendung vor einer veränderten Sachlage. Das ist verständlich, wenn wir uns der Ausführungen in den früheren Teilen dieser Aufsatzreihe über die Positiv- und Negativ-Modulation erinnern. Im ersten Fall sind die Synchronisierimpulse ins Negative gerichtet, der Bildinhalt dagegen geht ins Positive. Im zweiten Fall ist es umgekehrt. Da den positiven und negativen Spitzen sehr große Amplitudenunterschiede entsprechen, wird die Bedeutung der Signalpolarität nach der Demodulation verständlich sein.

Für die Demodulation der Zwischenfrequenz kommen im Hinblick auf die großen, zu verarbeitenden Spannungsspitzen nur Diodengleichrichter in Betracht. Alle anderen Gleichrichterarten, vor allem die Audion- und die Anodengleichrichtung, sind für Fernsehzwecke unbrauchbar.

Diodenschaltungen

Eine Diode kann man nach Bild 45 in zweierlei Weise schalten. Benützt man die Schaltung a, so entstehen am Außenwiderstand R der Diode D positive Signale in bezug auf den Nullpunkt, während die Schaltung b negative Signale liefert. Das ist auf Grund der Polung der Diode leicht verständlich. Nehmen wir an, daß die Diode unmittelbar den Wehneltzylinder der Bildröhre steuert und setzen wir ferner Positiv-Modulation voraus, so kommt offenbar nur die Schaltung nach Bild 45 a in Betracht, denn nur in dieser wächst die Spannung in positiver Richtung mit der Größe des Bildträgers. Für Negativ-Modulation kommt dagegen Bild 45 b in Frage, denn diese Schaltung macht den Wehneltzylinder der Bildröhre um so positiver, je kleiner der Bildträger wird. Diese Betrachtungen gelten jedoch, wie gesagt, nur für den Fall, daß zwischen dem Lichtsteuerorgan und dem Demodulator keine weiteren Bildverstärkerstufen angeordnet sind.

In vielen Fernsehschaltungen findet man an Stelle der Einweg- auch die Zweiwegdemodulation nach Bild 46. Die Schaltung a liefert positive, die Schaltung b dagegen negative Signale. Ihre Wirkungsweise ist die gleiche wie die der Schaltungen nach Bild 45, nur mit dem Unterschied, daß beide Halbwellen der Zwischenfrequenz demoduliert werden. Man erhält daher mit diesen Anordnungen die doppelte Richtspannung und hat außerdem den Vorteil, daß die Zwischenfrequenz auf Grund der symmetrischen Wirkungsweise des Doppelweggleichrichters bereits zu einem guten Teil unterdrückt wird. Trotzdem findet man in den modernen Fernseh-Empfängern fast ausschließlich Einweggleichrichter, insbesondere nachdem die Richtspannung im allgemeinen im anschließenden Bildverstärker entsprechend erhöht wird.

Dioden für Fernsehzwecke

Die für den Bilddemodulator verwendete Diode soll weitgehend kapazitätsarm sein, denn für den Diodenkreis gilt grundsätzlich dasselbe wie für die Breitbandverstärker. Die schädliche Kapazität der Diode liegt ja parallel zum Außenwiderstand, den man deshalb bei einem vorgeschriebenen Frequenzgang um so kleiner wählen muß, je größer die schädliche Kapazität ist. Damit sinkt aber die von der Diode abgegebene Richtspannung. Weiterhin dürfen die Einflüsse der Diode den Amplitudenverlauf nicht verfälschen. Voraussetzung dafür ist, daß der Außenwiderstand groß gegenüber dem Innenwiderstand der Diode gehalten wird. Nachdem die schädliche Kapazität kaum größere Außenwiderstände als etwa 3000...5000 Ω zuläßt, soll der Innenwiderstand nach Möglichkeit unter 1000 Ω liegen. Die Steilheit der Diode muß daher entsprechend groß sein, was sich nur durch Verwendung von Röhren mit leistungsstarker Katode erreichen läßt. Die amerikanische Diode 6 H 6 eignet sich für die Bilddemodulation gerade noch, vor allem dann, wenn man die beiden darin enthaltenen Systeme parallel schaltet.

Schaltungsbeispiel für den Demodulator

Eine mit der erwähnten Röhre aufgebaute Versuchsschaltung ist in **Bild 47** wiedergegeben. Die an die Katode der Röhre 6 H 6 angeschlossene Spule entspricht der Spule L_5 in Bild 34. Im Diodenkreis finden wir zunächst die Parallelschaltung einer Spule L_1 und eines Widerstandes von 0,03 MΩ. Dieses Glied dient lediglich als Zwischenfrequenzsperre, denn am Ausgang des nachfolgenden Bildverstärkers soll die Zwischenfrequenz praktisch nicht mehr auftreten. Die Spule L_1 ist auf etwa 17 MHz abgestimmt und sperrt damit einen Teil des gesamten Bild-Zf-Bandes. In den später zu besprechenden Bildverstärkerstufen finden sich weitere, über das restliche Band verteilte Zf-Sperren, so daß am Ausgang des Bildverstärkers nicht nur der Bildträger, sondern auch die zugehörigen Seitenbandfrequenzen hinreichend unterdrückt sind.

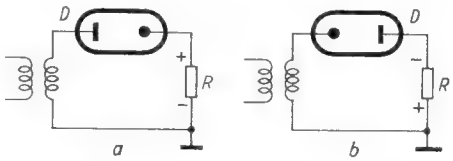


Bild 45. Einweg-Diodenschaltungen für positive und negative Signale

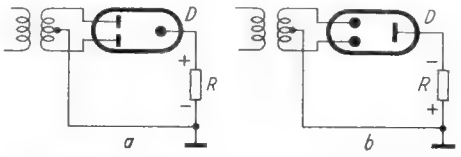


Bild 46. Doppelweg-Diodenschaltungen

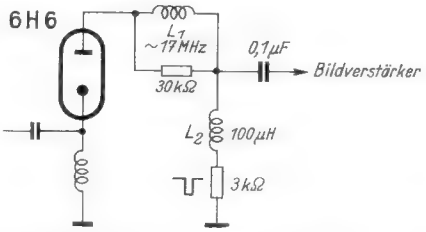


Bild 47. Praktisch ausgeführte Schaltung eines Bild-Demodulators

In Reihe mit der soeben erwähnten Parallelschaltung finden wir die Serienschaltung einer Spule L_2 und eines Widerstandes von 3000 Ω. Diese Serienschaltung stellt den eigentlichen Außenwiderstand des Demodulators dar. Die Spule L_2, für die man ebenso wie für die Spule L_1 zweckmäßigerweise einen Mayr-Spulenkörper verwendet, dient zur Anhebung der hohen Frequenzen. Ihre Wirkungsweise wird bei der Besprechung der Bildverstärker erläutert werden. Die auftretende Richtspannung gelangt über einen Kondensator von 0,1 µF auf den Eingang des Bildverstärkers. Die Koppelkondensatoren sollen sehr groß sein, denn es müssen noch Frequenzen bis etwa 25 Hz herab amplituden- und vor allem auch phasengetreu übertragen werden.

Aufbau

Für den Aufbau des Demodulators nach **Bild 47** gelten im übrigen die gleichen Gesichtspunkte wie für Breitbandverstärker. Vor allem muß der Anodenkreis der Röhre 6 H 6 so kapazitätsfrei wie möglich sein, denn am Außenwiderstand der Diode erscheinen Frequenzen von etwa 0...6 MHz. Von einer „Niederfrequenz", wie wir sie vom Rundfunkbetrieb her hinter dem Demodulator kennen, ist also nicht mehr die Rede. Die höchsten, noch zur Übertragung gelangenden Frequenzen reichen jedenfalls weit in das Kurzwellengebiet hinein.

Da vor dem Demodulator die keineswegs unbeträchtliche Zf-Verstärkung liegt, treten am Außenwiderstand bereits Spannungen in der Größenordnung von über 1 Volt auf. Es ist verständlich, daß diese Spannungen im Innern des Gerätes bei unzureichender Abschirmung stark streuen und daher unliebsame Rückwirkungen verursachen können. Das gilt besonders für die Oberwellen der Zwischenfrequenz. Deshalb muß man auf die Abschirmung sowohl der Diode als auch des Außenwiderstandes ganz besonders achten. Zweckmäßigerweise trennt man den Demodulator von den Zf-Stufen durch eine Abschirmwand, so daß schädliche kapazitive Kopplungen unmöglich sind. Unter Umständen muß sogar die Heizleitung der Diode verdrosselt werden, denn die Katode liegt ja nicht auf Nullpotential, so daß an den Röhrenfäden durch die kapazitive Kopplung zwischen Katode und Heizfaden störende Spannungen auftreten können. Durch eine Kondensator-Drosselanordnung lassen sie sich jedoch mit Leichtigkeit von den Speiseleitungen fernhalten.

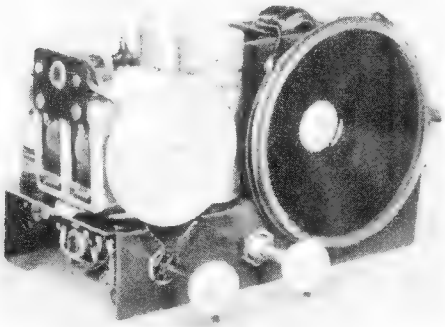
Bei sachgemäßem Aufbau ist der Bilddemodulator ohne weiteres zum einwandfreien Arbeiten zu bringen.

Ing. Heinz Richter

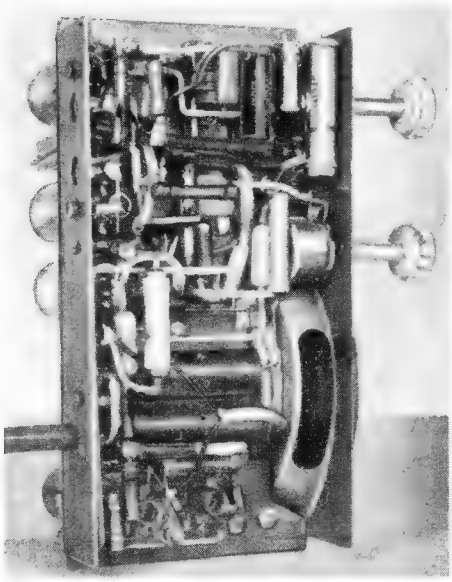
Die nächste Folge unserer Aufsatzreihe wird mit der Besprechung des Bild-Verstärkers beginnen.

Spulenwickeltabelle

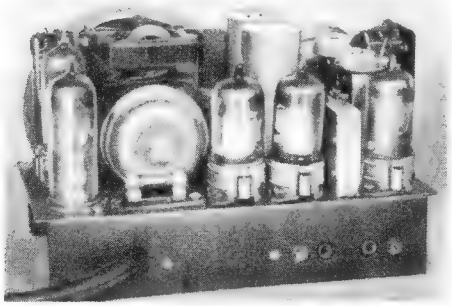
Spule	Bild	Windungen	Draht	Bemerkungen
L_1	47	~15	0,3 CuSS	—
L_2	47	70	0,2 CuSS	Auf zwei Kammern verteilen
L_1	48	~14	0,3 CuSS	—
L_2	48	~13	0,3 CuSS	—
L_3, L_4	48	70	0,2 CuSS	Auf zwei Kammern verteilen



Vorderansicht des einbaufertigen Zwergsuperhets



Verdrahtungsansicht von unten



Gesamtansicht von rückwärts

FUNKSCHAU-*Bauanleitung:* Zwergsuper »Bobby«

6-Kreis-5-Röhren-Empfänger für Allstrom

Empfindlichkeit etwa 3 µV, Trennschärfe Δ f 9 kHz etwa 1 : 170, Spiegelselektion etwa 1 : 500 — Rimlockröhren der U-Serie — Vorkreis, Oszillatorkreis — Zwei Miniatur-Zf-Bandfilter — Zweistufiger Schwundausgleich — Nf-Vorverstärker — Endverstärker mit Gegenkopplung und Baßanhebung — Leistungsaufnahme 45 Watt bei 220 Volt — Wellenbereich 520...1610 kHz

Zur Ergänzung des Heimempfängers besitzt der Zwergsuper als Zweitgerät große Vorzüge, da er überall leicht aufgestellt werden kann und bei ausreichender Empfindlichkeit keine großen Anforderungen an die Antenne gestellt werden. Die kleinen Abmessungen lassen diesen Empfängertyp ferner als Reisegerät geeignet erscheinen, der an allen vorkommenden Lichtnetzen guten Empfang gewährleistet.

Aus räumlichen Gründen verwendet der Zwergsuper einen kleinen permanentdynamischen Lautsprecher, dessen Wiedergabequalität nicht optimal sein kann. Legt man auf hohe Klanggüte besonderen Wert, so empfiehlt es sich, einen entsprechend großen Lautsprecher oder eine Breitbandkombination in einem Schrank unterzubringen und als zweiten Lautsprecher anzuschließen. In diesem Falle sollte auch ein ausreichend großer Ausgangsübertrager benutzt werden, der am Zusatzlautsprecher befestigt sein kann. Die Ausgangsleistung von max. etwa 4 Watt genügt zur Aussteuerung der meisten im Heim gebräuchlichen Lautsprecher. Das eingebaute Kleinsystem dient dann als Höchtonlautsprecher.

Schaltungseinzelheiten

Die Mischstufe ist mit der Röhre UCH 42 bestückt. Der schaltungstechnische Aufbau dieser Stufe zeichnet sich durch Einfachheit aus, da nur ein Wellenbereich (MW) verwendet wird. Die Antenne ist induktiv über L_1 an den Gitterkreis der Mischröhre gekoppelt. Die Schwundregelspannung wird dem Steuergitter der UCH 42 direkt zugeleitet, wobei der Schwingkreis über einen 300-pF-Kondensator als Gleichstromsperre angekoppelt ist. Der Oszillator verwendet einen abgestimmten Anodenkreis. Für den kapazitiven Abgleich sind zwei keramische Trimmer vorgesehen. Die Spulen können leicht selbst gewickelt werden. Die Wickeldaten sind in der Tabelle angegeben und gelten für den Vogt-Hf-Eisenkern RHK.

Wickeldaten

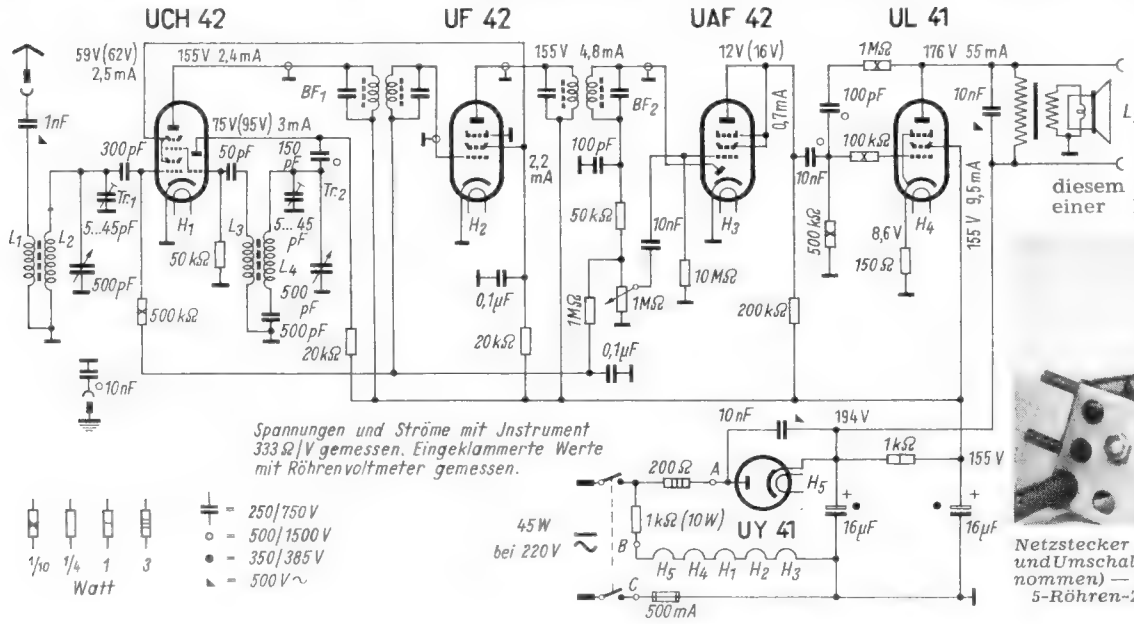
Spule	Windungen	Draht	Selbstinduktion
L_1	24	10 × 0,05	
L_2	95	10 × 0,05	180 µH
L_3	21	10 × 0,05	
L_4	64	10 × 0,05	100 µH

Im Eingang und Ausgang des mit der Röhre UF 42 bestückten Zf-Verstärkers werden zwei je zweikreisige Zf-Bandfilter für eine Zf von etwa 468 kHz verwendet. Die eingebauten Mikrobandfilter 5731/70 haben leicht unterkritische Kopplung. Letztere ist so bemessen, daß sie im ersten Zf-Bandfilter infolge der geringen Dämpfung durch die Mischröhre noch unterkritisch bleibt, während sie beim zweiten Zf-Bandfilter durch die größere Diodendämpfung leicht überkritisch wird. Die sich ergebende Zf-Resonanzkurve nimmt den für einen Zwergsuper gewünschten Verlauf. Da die Mikrobandfilter mit Ferroxcube-Kernen ausgestattet sind, besitzen sie geringe Verluste und hohe Gütewerte, die sich auf die Gesamtempfindlichkeit des Zwergsuperhets vorteilhaft auswirken.

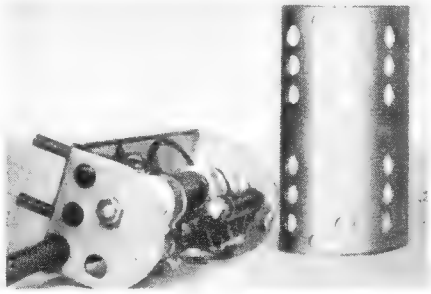
Die Demodulation der Signal- und Regelspannung geschieht durch die Diodenstrecke der Röhre UAF 42. Während die Regelspannung die Steuergitter der Zf- und Mischröhre beeinflußt, gelangt die Nf-Spannung über den Lautstärkeregler (1 MΩ) zum Gitter des Pentodensystemes. Um an Raum zu sparen, wurde die UAF-42-Pentode als Triode geschaltet. Es kann in diesem Falle auf die sonst für die Schirmgitterspannungs-Erzeugung erforderlichen Schaltelemente verzichtet werden. Ferner erübrigt sich eine besondere Anodenspannungssiebung. Schließlich können für die in der Netzteil-Siebkette anzuordnenden Elektrolytkondensatoren mittlere Kapazitätswerte benutzt werden.

Im Endverstärker hat sich die 4-Watt-Pentode UL 41 gut bewährt. Um hohe Ausgangsleistung zu erhalten, wird die Anodenspannung für die Endröhre direkt am Ladekondensator abgegriffen. Die negative Gittervorspannung erzeugt der Katodenwiderstand 150 Ω. Da kein Katodenkondensator verwendet wird, entsteht eine erwünschte Stromgegenkopplung. Ferner verläuft ein Gegenkopplungskanal von der Anode der Pentode UL 41 zum Gitterkreis dieser Röhre, der eine Baßanhebung bewirkt. Zum Anschluß eines Zusatzlautsprechers (L_2) ist parallel zum Ausgangsübertrager ein Buchsenpaar angeordnet. Aus Qualitätsgründen wurde auf sekundärseitigen Anschluß verzichtet. Der verwendete Kleinübertrager ist nur für das eingebaute permanentdynamische Kleinchassis (Wigo PM 95 B) bemessen.

Die Schaltung des Netzteiles wurde so einfach wie möglich gehalten, um die Abmessungen des Gesamtempfängers weitgehend zu verringern. Aus diesem Grunde wird an Stelle einer Netzdrossel ein einfacher



Spannungen und Ströme mit Instrument 333 Ω/V gemessen. Eingeklammerte Werte mit Röhrenvoltmeter gemessen.



Netzstecker mit Vorschaltwiderständen und Umschalteinrichtungen (Gehäuse abgenommen) — Links: Schaltbild des 6-Kreis-5-Röhren-Zwergsuperhets für Allstrom

Funktechnische Arbeitsblätter

DK 534.611.081.1

Schallfeldgrößen

Ma 41

3 Blätter

A. Grundbegriffe

Schall. Mechanische Schwingungen und Wellen eines elastischen Mediums im Frequenzbereich des menschlichen Hörens (16 Hz bis 20000 Hz).

Ultraschall. Schallfrequenz liegt oberhalb 20000 Hz.

Infraschall. Schallfrequenz liegt unterhalb 16 Hz (Erdbebenwellen, Gebäudeschwingungen).

Bezüglich des Mediums unterscheidet man

Luftschall, Körperschall und Wasserschall
(Gase) (Flüssigkeiten).

Ton. Schallschwingung mit sinusförmigem Verlauf.

Tongemisch. Gemisch aus Tönen beliebiger Frequenzen.

Klang. Aus harmonischen Teiltönen zusammengesetzter Schall. (Die Frequenzen der Teiltöne stehen in ganzzahligem Verhältnis zueinander; Grundton + Obertöne.)

Klanggemisch. Aus Klängen mit Grundtönen beliebiger Frequenzen zusammengesetzter Schall.

Geräusch. Tongemisch, das sich aus sehr vielen Einzeltönen mit Frequenzen zusammensetzt, die nicht in ganzzahligem Verhältnis zueinander stehen. (Kontinuierliches Frequenzspektrum.)

Knall. Schallstoß kurzer Dauer und meist großer Schallstärke.

B. Das Schallfeld

Schallfeld. Der mit Schallenergie erfüllte Raum in der Umgebung einer Schallquelle. Es interessiert insbesondere das Schallfeld in Luft.

Schallwelle ist eine mit Schallgeschwindigkeit sich fortpflanzende Folge von Verdichtungen und Verdünnungen (Druckschwankungen) im Medium (meist Luft), die mit Verschiebungen der (Luft-) Schichten längs der Fortpflanzungsrichtung verbunden sind. Diese Schichten führen Schwingungen um ihre Ruhelage aus.

Longitudinalwellen (Gase, Flüssigkeiten). Für die Ausbildung der Schallwelle ist die Elastizität maßgebend. In Gasen und Flüssigkeiten gibt es nur die Volumenelastizität, es können nur Longitudinalwellen (Längswellen, Druckwellen) auftreten.

Transversalwellen (feste Körper). Feste Körper weisen außerdem eine Formelastizität auf, es können also außer den Längswellen auch Transversalwellen (Querwellen) und / oder Biege- und Torsionswellen auftreten.
(Stimmgabel: Gebogener Stab in Transversalschwingungen.)

Ausbreitung. Die Schallwellenbewegung breitet sich nach allen 3 Raumkoordinaten gradlinig mit gleicher Geschwindigkeit aus. Daher liegen die Punkte gleicher Phase (z. B. Wellentäler) auf konzentrischen Kugelflächen, deren gemeinsamer Mittelpunkt die Schallquelle selbst ist.

Kugelwellen. In größerer Entfernung (bei großem Kugelradius) können diese Kugelflächen praktisch als eben angesehen werden, da ihre Krümmung nur noch gering ist.

Ebene Wellen. In Entfernungen, die größer als die Schallwellenlänge sind, ist es statthaft, die Kugelwelle als ebene Welle zu betrachten.
In der Schallwelle steckt ein Energieinhalt, der durch sie übertragen wird; die Materieteilchen bleiben im Mittel an ihrem Ort und schwingen um ihre Mittellage hin und her.

Die wichtigsten Schallfeldgrößen

sind:

Die Frequenz $\left(\mathrm{Hz}, \frac{1}{\mathrm{sec}}\right)$.

Häufigkeit von Verdichtung und Verdünnung je Sekunde. Sie ist ein eindeutiges Maß für die Tonhöhe.

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit (m/sec), Schallgeschwindigkeit (c).
Die folgenden Formeln gelten für kleine Amplituden und Longitudinalwellen; für sehr große Schallstärken gelten andere Gesetze.
Die Schallgeschwindigkeit ist abhängig von der Dichte ϱ und der Elastizität E des Mediums, in dem sich das Schallfeld befindet (Newton).

Feste Körper.

$$\boxed{\underset{[\mathrm{m/sec}]}{c} = \sqrt{\frac{E}{\varrho}}} \qquad E = \text{Elastizitätsmodul} \left[\frac{g}{cm\ sec^2}\right], \quad \varrho = \text{Dichte} \left[\frac{g}{cm^3}\right]$$

Eisen: $\varrho = 7{,}8 \frac{g}{cm^3}$, $E = 2 \cdot 10^9 \cdot 981 \frac{g}{cm\ sec^2}$.

Tabelle 1

Eisen	c = 5100	m/sec	Nickel	c = 4900	m/sec
Messing	c = 3500	,,	Silber	c = 2700	,,
Aluminium	c = 5100	,,	Blei	c = 1300	,,
Holzfaser	c = 3000 ... 4000	,,	Zink	c = 3900	,,
Kupfer	c = 3600	,,	Zinn	c = 2600	,,
			Glas	c = 5000	,,

Flüssigkeiten. An die Stelle des Elastizitätsmoduls tritt bei Flüssigkeiten der Kehrwert der Kompressibilität k:

$$\boxed{\underset{[\mathrm{m/sec}]}{c} = \sqrt{\frac{1}{k\varrho}}} \qquad k = \text{Kompressibilität} \left[\frac{cm\ sec^2}{g}\right], \quad \varrho = \text{Dichte} \left[\frac{g}{cm^3}\right]$$

Wasser v. 10° C $\quad k = 47 \cdot \frac{1}{981} \cdot 10^{-9}$, $\varrho = 1$

$c = 1440 \frac{m}{sec}$

b. 20° C $\quad c = 1480$,,

Salzwasser, 15 % (Chlornatriumlösung) $\quad c = 1530$,,

Gase. An die Stelle des Elastizitätsmoduls tritt der Gasdruck P.

1 Näherungsformel: $c = \sqrt{\frac{P}{\varrho}}$.

Die hiernach errechneten Werte sind zu klein.

Grund: Bei der Verdichtung der Luftschichten tritt eine Erwärmung auf, die infolge der schnellen Schallschwingungen nicht rasch genug ausgeglichen wird. Die Spannkraft der Luft wächst bei der Verdichtung schneller als nach dem Boyleschen Prinzip (welches für konstante Temperatur gilt). Diese Tatsache findet in der folgenden Formel Berücksich-

tigung durch den Faktor, welcher das Verhältnis der Wärmekapazität des Gases für konstanten Druck (c_p) und für die Wärmekapazität des Gases für konstantes Volumen (c_v) darstellt.

$$c = \sqrt{\frac{P}{\varrho} \cdot k_1} \quad \text{(cm/sec)}$$

P = Gasdruck $\left[\frac{g}{cm \cdot sec^2}\right]$

ϱ = Dichte des Gases $\left[\frac{g}{cm^3}\right]$

$k_1 = \frac{c_p}{c_v}$ *)

Luft: (760 Torr, 20° C) $P = \underbrace{76 \cdot 13{,}59 \cdot 981}_{(\varrho \text{ v. Quecksilber})} = 1\,013\,000\ [g/cm \cdot sec^2]$

$\varrho = 0{,}001205\ [g/cm^3]$

$k_1 = 1{,}40$

$$c = 343 \text{ m/sec}$$

Schallgeschwindigkeit in anderen Gasen ist praktisch weniger wichtig.

Stickstoff	(760 Torr, 20° C)	c ~ 338 m/sec
Wasserstoff	(760 Torr, 20° C)	c ~ 1300 m/sec
Helium	(760 Torr, 20° C)	c ~ 970 m/sec.

Ungefähre Werte für andere Gase erhält man, indem man den Wert für Luft durch die Quadratwurzel aus der Dichte des Gases dividiert. k_1 ist nämlich auch bei anderen Gasen nicht sehr verschieden von 1,4. (Maximale Schwankung etwa 1,2 ... 1,7.)

Änderungen der Schallgeschwindigkeit treten nicht auf bei Luftdruckschwankungen, da Luftdruck und ϱ sich gleichzeitig ändern, $\frac{P}{\varrho}$ bleibt konstant.

Dagegen ändert sich die Schallgeschwindigkeit bei Temperaturschwankungen:

Temperaturabhängigkeit der Schallgeschwindigkeit in Luft:

$$c = 331 \sqrt{1 + \frac{T}{273}} = 331 \sqrt{1 + 0{,}00367\,T} \text{ m/sec} \qquad T \text{ in } °C.$$

Gesteigerte Feuchtigkeit der Luft vergrößert ebenfalls die Schallgeschwindigkeit ein wenig.

Wellenlänge. Die Wellenlänge (Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Punkten gleicher Phase, z. B. zwei Punkten maximaler Verdichtung) errechnet sich nach der bekannten Formel

$$\lambda = \frac{c}{f} \text{ (m)} \qquad c \text{ in } \frac{m}{sec}, \quad f \text{ in Hz } \left(\frac{1}{sec}\right).$$

Tabelle 2

(c = 343 m/sec)

f_{Hz}	16	50	100	440	1000	3000	5000	8000	16 000	20 000
λ_m	21,40	6,86	3,43	0,78	0,34	0,114	6,86 cm	4,3 cm	2,14 cm	1 7cm

*) Anmerkung: Da das Verhältnis $\frac{c_p}{c_v}$ schwieriger zu bestimmen ist als die Schallgeschwindigkeit, hat man oft umgekehrt $\frac{c_p}{c_v}$ aus dieser berechnet.

Schalldruck (p). Praktisch am meisten gebrauchtes Maß für die Stärke eines Schallfeldes.

Die in Bewegung befindliche Luft übt auf eine senkrecht zur Ausbreitungsrichtung stehende Fläche einen Wechseldruck aus, den Schalldruck.

Einheit des Schalldruckes 1 b (Bar)
= 10^6 dyn/cm² (~ 1 atü)
Gebräuchliche kleinere Einheiten
1 mb (Millibar) = 10^3 dyn/cm²
1 μb (Mikrobar) = 1 dyn/cm²

Eben noch wahrnehmbar: 0,002 μb.

(Leises Blätterrauschen: etwa 3 μb; obere Hörgrenze: 1 mb.)

Schallschnelle (v). Gemessen in cm/sec. Wechselgeschwindigkeit eines schwingenden Teilchens.

Schallausschlag (a). Gemessen in cm. Auslenkung eines schwingenden Teilchens aus der Ruhelage.

Schallhärte (h). Gemessen in $\frac{g}{cm^2\,sec^2}$. Das (komplexe) Verhältnis des Schalldruckes zum Schallausschlag. Selten angewendeter Begriff.

Beziehungen zwischen Schalldruck und -ausschlag. Der Schalldruck ist direkt abhängig von der Größe der Amplitude, die die Teilchen ausführen.

1. Für ebene Wellen:

$$p = \omega \cdot \varrho \cdot c \frac{a}{\sqrt{2}} \ \mu\text{bar}$$

$\omega = 2\pi f$ (Hz)

ϱ = Dichte des Gases

c = Schallgeschwindigkeit in cm/sec

a = Ausschlag (Amplitude) cm,

in Luft:

$\varrho = 1{,}205 \cdot 10^{-3}$ g/cm³

c = 343 m/sec

$$p = 183{,}65 \cdot f \cdot a$$

$$a = \frac{p}{183{,}65 \cdot f}$$

p in μbar, f in Hz, a in cm.

2. Für Kugelwellen:

$$p = \omega \cdot \varrho \cdot c \cdot (\cos\varphi) \frac{a}{\sqrt{2}} \ \mu\text{bar}$$

darin: $\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\lambda}{2\pi r}\right)^2}}$, $\quad tg\,\varphi = \frac{\lambda}{2\pi r}$

λ = Wellenlänge der Schallschwingung in cm

r = Entfernung des Meßpunktes von der Schallquelle in cm,

für $r \geqq \lambda$ wird $\cos\varrho$ praktisch gleich 1, es kann dann die Formel für ebene Wellen genommen werden.

In den Formeln ist p der Effektivwert des Schalldruckes, a der Spitzenwert der Amplitude.

Nachdruck verboten!

Die wichtigsten Schallfeldgrößen

(Fortsetzung)

Beziehung zwischen Schallschnelle und Ausschlag

$$\boxed{v = a \cdot \omega}$$

(cm/sec) (cm) ($2\pi f$ (Hz))

Spitzenwerte!

Akustischer Widerstand je Flächeneinheit ($\mathfrak{Z}_{ak}$)

gemessen in $\frac{\text{dyn sec}}{\text{cm}^3} = \frac{\text{g}}{\text{cm}^2\,\text{sec}}$.

Das Verhältnis des Schalldruckes zur Schallschnelle in der ebenen Welle. Größe ist allgemein komplex, da zwischen Schalldruck und Schallschnelle ein Phasenunterschied bestehen kann.
Bei ebenen, fortschreitenden Wellen in einem homogenen Mittel wird der Phasenunterschied Null.
Der sich dann ergebende Widerstand wird mit

Schallwellenwiderstand ($\mathfrak{Z}$) bezeichnet.

Schallfluß (Φ) gemessen in $\frac{\text{cm}^3}{\text{sec}}$.

Produkt aus Schallschnelle und Strömungsquerschnitt.

Akustischer Widerstand der gesamten Fläche ($\mathfrak{Z}_{ak(ges)}$) gemessen in $\frac{\text{g}}{\text{cm}^4\,\text{sec}}$.

Das (komplexe) Verhältnis des Schalldruckes zum Schallfluß durch diese Fläche. Bei der rechnerischen Behandlung von Resonatoren oder Trichtern manchmal angewendete Größe.

Mechanischer Widerstand ($\mathfrak{Z}_{mech}$) gemessen in $\frac{\text{g}}{\text{sec}}$.

Das (komplexe) Verhältnis der antreibenden Kraft zur Schallschnelle. Bei der Berechnung der Wirkungsweise von Lautsprechern, Tonabnehmern usw. eine bequeme Größe.

Schallstärke (I) gemessen in $\frac{\text{g}}{\text{sec}^2} = \frac{\text{erg}}{\text{cm}^2\,\text{sec}} = 10^{-7}\,\frac{\text{Watt}}{\text{cm}^2}$,

oder Schallintensität. Die in der Zeiteinheit durch die Flächeneinheit hindurchströmende Schalleistung (Energie).

Schalldichte (E)

gemessen in $\frac{\text{g}}{\text{cm sec}^2} = \frac{\text{erg}}{\text{cm}^3} = 10^{-7}\,\frac{\text{Watt sec}}{\text{cm}^3}$.

Zeitlicher Mittelwert der räumlichen Dichte der Schallenergie. Ein Begriff, der besonders bei der Behandlung des Schallfeldes stehender Wellen von Bedeutung ist.

Schalleistung (N_{ak})

gemessen in $\frac{\text{g cm}^2}{\text{sec}^3} = \frac{\text{erg}}{\text{sec}} = 10^{-7}$ Watt.

In der Zeiteinheit durch eine Fläche beliebiger Größe strömende Schallenergie.

Formeln

(^ = Spitzenwerte, ohne Bez. = Effektivwerte)

Schalldruck

$$\mu\,\text{bar} = \frac{\text{dyn}}{\text{cm}^2} = \frac{\text{g}}{\text{cm sec}^2}$$

$$\boxed{p = v \cdot \mathfrak{Z}_{ak}}\ \mu\,\text{bar}$$

v in $\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$

$\mathfrak{Z}_{ak}$ in $\frac{\text{dyn sec}}{\text{cm}^3}$

Ebene Wellen:

$$\boxed{p = \omega \cdot \varrho \cdot c\,\frac{\hat{a}}{\sqrt{2}}}\ \mu\,\text{bar}$$

Luft bei 20° C und 760 Torr

$\left(\varrho = 1{,}205 \cdot 10^{-3}\,\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$ $\left(c = 343\,\frac{\text{m}}{\text{sec}}\right)$

$$\boxed{P_{Luft} = 183{,}7 \cdot f \cdot \hat{a}}\ \mu\,\text{bar}$$

$$\boxed{P_{Luft} = v \cdot 41{,}33}\ \mu\,\text{bar}$$

$\omega = 2\pi f_{(Hz)}$

ϱ = Dichte des Gases in $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

c = Schallgeschwindigkeit in $\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$

$\hat{a}$ = Amplitude in cm (Spitzenwert)

Kugelwellen:

$$\boxed{p = \omega \cdot \varrho \cdot c \cdot (\cos\varphi)\,\frac{\hat{a}}{\sqrt{2}}}\ \mu\,\text{bar}$$

darin: $\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\lambda}{2\pi r}\right)^2}}$

$$\frac{\lambda}{2\pi r} = \text{tg}\,\varphi$$

λ = Wellenlänge der Schallschwingung in cm

r = Entfernung des Meßpunktes von der Schallquelle in cm,

für $r \geqq \lambda$ wird $\cos\varphi$ praktisch gleich 1, es kann dann die Formel für ebene Wellen genommen werden. Ferner, da

$\varrho \cdot c = \mathfrak{Z}$ $\mathfrak{Z}$ in $\frac{\text{dyn sec}}{\text{cm}^3}$

$$\boxed{p = \omega \cdot \mathfrak{Z} \cdot \frac{\hat{a}}{\sqrt{2}}}\ \mu\,\text{bar}$$

Tabelle 3:
Schalldrücke von Musikinstrumenten in 1 m Abstand

Schallquelle	Maximaldruck	Mittelwerte
	μ bar	
Pauke	1300	100
Orgel, 5 m Abstand	100	20
Posaune	23	7
Flöte	15	2
Trompete	55	9
Klarinette	25	3,5
Klavier, 3 m Abstand	25	2,5
Orchester, 15 Mann, 2 m Abst.	90	8

Schallschnelle

$$\boxed{v = \frac{p}{\mathfrak{Z}_{ak}}}\ \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$$

$\mathfrak{Z}_{ak}$ in $\frac{\text{dyn sec}}{\text{cm}^3}$

p in $\frac{\text{dyn}}{\text{cm}^2}$

$$\boxed{v = \frac{\hat{a}\,\omega}{\sqrt{2}}}\ \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$$

$\hat{a}$ in cm

$\omega = 2\pi f$ (Hz)

Luft bei 20° C und 760 Torr

$$\boxed{v = \frac{p}{41{,}33}}\ \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$$

p in μ bar

Tabelle 4: Schallschnelle in Luft von 20°C und 760 Torr

Schalldruck p μ bar	Schallschnelle v cm/sec
0,001	$2{,}42 \cdot 10^{-5}$
0,005	$1{,}21 \cdot 10^{-4}$
0,01	$2{,}42 \cdot 10^{-4}$
0,05	$1{,}21 \cdot 10^{-3}$
0,1	$2{,}42 \cdot 10^{-3}$
0,5	$1{,}21 \cdot 10^{-2}$
1	$2{,}42 \cdot 10^{-2}$
5	0,121
10	0,242
50	1,21
100	2,42
500	12,1
1000 = 1 mbar	24,2

Dynamik der Sprache etwa 0,1 ... 30 μ bar

Dynamik eines großen Orchesters etwa 0,5 ... 150 μ bar

Schallausschlag

$$\hat{a} = \frac{v \sqrt{2}}{\omega} \quad \text{cm} \qquad v \text{ in } \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$$

$$\omega = 2\pi f \,(\text{Hz})$$

$$\hat{a} = \frac{p \cdot \sqrt{2}}{\omega\, \mathfrak{Z}_{ak}} \quad \text{cm} \qquad p \text{ in } \frac{\text{dyn}}{\text{cm}^2}$$

Luft bei 20 C und 760 Torr

$$\hat{a} = \frac{p}{184 \cdot f} \quad \text{cm} \qquad \mathfrak{Z}_{ak} \text{ in } \frac{\text{dyn sec}}{\text{cm}^3}, \quad f \text{ in Hz}$$

Größe des Schallausschlages an der unteren Hörschwelle im Frequenzgebiet der höchsten Ohrempfindlichkeit: etwa 10^{-8} cm (Atomdurchmesser!).

Akustischer Widerstand je cm²

$$\mathfrak{Z}_{ak} = \frac{p}{v} \quad \frac{\text{dyn sec}}{\text{cm}^3} = \frac{\text{g}}{\text{cm}^2\,\text{s}} \qquad p \text{ in } \mu\text{bar}, \quad v \text{ in } \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$$

$$\mathfrak{Z}_{ak} = \frac{p \sqrt{2}}{\hat{a} \cdot \omega} \qquad p \text{ in } \mu\text{bar}, \quad \hat{a} \text{ in cm}, \quad \omega = 2\pi f \,(\text{Hz})$$

Kugelwellen $\mathfrak{Z}_{ak} = \varrho \cdot c \cdot \cos\varphi$ $\frac{\text{dyn sec}}{\text{cm}^3}$ $\quad \varrho$ in $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, c in $\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$

$\cos\varphi$ siehe unter Schalldruck.

Schallwellenwiderstand

(ebene Wellen)

$$\mathfrak{Z} = \varrho \cdot c \quad \frac{\text{dyn sec}}{\text{cm}^3} \qquad \varrho \text{ in } \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \quad c \text{ in } \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$$

Luft bei 20°C und 760 Torr

$$\mathfrak{Z} = 41{,}33 \quad \frac{\text{dyn sec}}{\text{cm}^3}$$

Dieser Wert trägt auch den Namen Akustisches Ohm

Wasser 10°C

$$\mathfrak{Z} = 144\,000 \quad \frac{\text{dyn sec}}{\text{cm}^3}$$

Wasserstoff 20°C 760 Torr

$$\mathfrak{Z} = 10{,}9 \quad \frac{\text{dyn sec}}{\text{cm}^3}$$

Schallfluß

$$\Phi = v \cdot F \quad \frac{\text{cm}^3}{\text{sec}} \qquad v \text{ in } \frac{\text{cm}}{\text{sec}}, \quad F \text{ in cm}^2 \text{ (Fläche)}$$

Luft $\quad \Phi = \frac{p \cdot F}{41{,}33} \quad \frac{\text{cm}^3}{\text{sec}} \qquad p \text{ in } \mu\text{bar}, \quad F \text{ in cm}^2$

Akustischer Widerstand (gesamte Fläche)

$$\mathfrak{Z}_{ak\,(ges)} = \frac{\mathfrak{Z}_{ak}}{F} = \frac{p}{\Phi} = \frac{p}{v \cdot F} \quad \frac{\text{g}}{\text{cm}^4\,\text{sec}}$$

p in μbar $\quad v$ in $\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ $\quad F$ in cm²

Mechanischer Widerstand

$$\mathfrak{Z}_{mech} = \mathfrak{Z}_{ak} \cdot F = \frac{p \cdot F}{v} \quad \frac{\text{g}}{\text{sec}} \qquad p \text{ in } \mu\text{bar}, \quad F \text{ in cm}^2, \quad v \text{ in } \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$$

Schallstärke in $\frac{\text{erg}}{\text{cm}^2\,\text{sec}} = 10^{-7} \frac{\text{W}}{\text{cm}^2}$

übrige Einheiten wie vor.

$$I = p \cdot v \cdot \cos\varphi$$
$$I = v^2 \cdot \mathfrak{Z}_{ak} \cdot \cos\varphi$$
$$I = v^2 \mathfrak{Z} \cdot \cos^2\varphi = v^2 \varrho c \cos^2\varphi$$
$$I = \frac{1}{2} \hat{v}^2 \varrho c \cos^2\varphi$$

Fortschreitende ebene Wellen:

$$I = \frac{p^2}{\mathfrak{Z}} = \frac{p^2}{\varrho \cdot c}$$

Luft bei 20°C und 760 Torr

$$I = \frac{p^2}{41{,}33} \cdot 10^{-7} \frac{\text{Watt}}{\text{cm}^2} = \frac{p^2}{413{,}3} \frac{\mu\text{W}}{\text{cm}^2} \qquad p \text{ in } \mu\text{bar}$$

Tabelle 5: Schallstärke in Luft von 20°C und 760 Torr

Schalldruck p μ bar	Schallstärke I $\frac{\mu\text{Watt}}{\text{cm}^2}$
0,001	$2{,}42 \cdot 10^{-9}$
0,005	$6{,}05 \cdot 10^{-8}$
0,01	$2{,}42 \cdot 10^{-7}$
0,05	$6{,}05 \cdot 10^{-6}$
0,1	$2{,}42 \cdot 10^{-5}$
0,5	$6{,}05 \cdot 10^{-4}$
1	$2{,}42 \cdot 10^{-3}$
5	$6{,}05 \cdot 10^{-2}$
10	0,242
50	6,05
100	24,2
500	605
1000 = 1 mbar	2420

Schalldichte

$$E = \frac{I}{c} = v^2 \varrho \cos^2\varphi = \frac{p^2}{\varrho \cdot c^2} \quad 10^{-7} \frac{\text{W sec}}{\text{cm}^3}$$

I in $10^{-7} \frac{\text{W}}{\text{cm}^2}$ $\quad c$ in $\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$

Nachdruck verboten!

Formeln

(Fortsetzung)

Luft bei 20 °C und 760 Torr

$$E = \frac{p^2 \cdot 10^{-7}}{41{,}33 \cdot 34\,300} \; \frac{W\,sec}{cm^3}$$

$$\boxed{= 7{,}05 \cdot 10^{-14} \cdot p^2} \; \frac{W\,sec}{cm^3} \qquad p \text{ in } \mu\,bar$$

Tabelle 6: Schalldichte in Luft von 20° C und 760 Torr

Schalldruck p μ bar	Schalldichte E $\frac{\mu W}{cm^3}$
0,001	$7{,}05 \cdot 10^{-14}$
0,005	$1{,}76 \cdot 10^{-12}$
0,01	$7{,}05 \cdot 10^{-12}$
0,05	$1{,}76 \cdot 10^{-10}$
0,1	$7{,}05 \cdot 10^{-10}$
0,5	$1{,}76 \cdot 10^{-8}$
1	$7{,}05 \cdot 10^{-8}$
5	$1{,}76 \cdot 10^{-6}$
10	$7{,}05 \cdot 10^{-6}$
50	$1{,}76 \cdot 10^{-4}$
100	$7{,}05 \cdot 10^{-4}$
500	$1{,}76 \cdot 10^{-2}$
1000 — 1 mbar	$7{,}05 \cdot 10^{-2}$

Schalleistung

$$\boxed{N_{ak} = F \cdot p \cdot v \cdot \cos\varphi} \; \frac{erg}{sec} = \frac{g\,cm^2}{sec^3}$$

F in cm^2 p in $\frac{dyn}{cm^2}$ v in $\frac{cm}{sec}$

$\cos\varphi$ siehe unter Schalldruck

$$\boxed{N_{ak} = \frac{F \cdot p^2}{\varrho \cdot c} = \frac{F\,p^2}{\mathfrak{Z}}} \; \frac{erg}{sec} = 10^{-7}\,W$$

Luft bei 20 C und 760 Torr

$$\boxed{N_{ak} = \frac{F \cdot p^2}{41{,}33} \cdot 10^{-7}} \; \text{Watt}$$

Tabelle 7: Schalleistung von Sprache und Musikinstrumenten in 1 m Abstand

Schallquelle	Leistung	
Unterhaltungssprache	7	μ W
Spitzenwert d. menschlichen Stimme	2000	μ W
Flüstersprache	0,001	μ W
Pauke	25	W
Orgel, 5 m Abstand	12	W
Posaune	6	W
Flöte	1,5	W
Trompete	0,3	W
Klarinette	0,05	W
Klavier, 3 m Abstand	0,3	W
Orchester, 15 Mann, 2 m Abst.	5	W

Lautstärke, Ohrempfindlichkeit

Die Lautstärke L (subjektive Ohrempfindung) ergibt sich aus Schallstärke und Ohrempfindlichkeit.
Die Ohrempfindlichkeit ist frequenzabhängig.

> Fechnersches psycho-physisches Gesetz:
> Wächst die Lautstärke (Empfindung) um gleiche Beträge, so ist die dazu gehörige Schallstärke (Reiz) im gleichen Verhältnis größer.

also: Lautstärke: L = 0 1 2 3 4 n

dazugehörige Schallstärke: $I = I_0 \quad a \cdot I_0 \quad a^2 I_0 \quad a^3 I_0 \quad a^4 I_0 \quad a^n I_0$

daraus folgt $\frac{I}{I_0} = a^n, \quad \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = n \cdot \log a$

wenn $\frac{1}{\log a} a = a'$: $a' \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = n$ a' wird zu 10 gewählt.

Messung der Lautstärke

Die Lautstärke ist eine relative Schallfeldgröße, sie ist das Verhältnis zweier Schallstärken.

Bezugswert: Schallquelle der Frequenz 1000 Hz (größte Ohrempfindlichkeit), ebene, fortschreitende Welle von Sinusform.

Schallstärke entsprechend etwa der unteren Hörschwelle

$I_0 = 10^{-10}\,\mu\,W/cm^2$

dazugehöriger Schalldruck

$p_0 = 2 \cdot 10^{-4}\,\mu\,bar$.

Die Lautstärke, die zu obiger Schallstärke bzw. Schalldruck gehört, wird als Lautstärkeeinheit mit 0 Phon bezeichnet. Die Angabe einer Lautstärke erfolgt im logarithmischen Verhältnis der zugehörigen Schallstärke zur Schallstärke, die zu 0 Phon gehört.

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0} \; [\text{Phon}]$$

$$L = 20 \log \frac{p}{p_0} \; [\text{Phon}]$$

Für $I_0 = 10^{-10}\,\mu\,W/cm^2$ und I ebenfalls in $\mu\,W/cm^2$ gemessen, ergibt sich

$$L = 10\,(\log I + 10), \qquad I = 10^{\left(\frac{L}{10} - 10\right)}$$

(Phon) ($\mu\,W/cm^2$) ($\mu\,W/cm^2$) (Phon)

Die Lautstärkeskala (s. unten) reicht von 0 Phon (unterer Schwellwert) bis zur oberen Hörbarkeitsschwelle (Schmerzschwelle) mit dem Wert 130 Phon.
Die Phonskala weist gegenüber der Dezibelskala (siehe Funktechn. Arbeitsblätter Ma 11, Lieferung 1) nur den Unterschied auf, daß sie einen bestimmten Bezugswert hat, während die Dezibelskala den Logarithmus irgendeines Verhältnisses von Spannungen, Strömen oder dgl. ausdrückt.

Tabelle 8: Phonskala

Entsprechendes Geräusch	Verhältniszahl der Schallstärke	phon
Untere Hörschwelle	1	0
Blättersäuseln, leises Flüstern	10	10
Ruhiger Garten, stille Wohng.	100	20
Flüstern	1000	30
Papierzerreißen	10000	40
Unterhaltungssprache	100000	50
Laute Musik	1000000	60
Großer Straßenlärm	10000000	70
	100000000	80
Laute Hupe	1000000000	90
Sehr lauter Fabriksaal	10000000000	100
Werftbetrieb m. Niethämmern	100000000000	110
Flugzeugmotor in 5 m Entferng	1000000000000	120
Schmerzempfindung	10000000000000	130

Lautstärke	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	*phon*
Schallstärke	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10	100	1000	*μ W/cm²*
Schalldruck	$2 \cdot 10^{-4}$		$2 \cdot 10^{-3}$		$2 \cdot 10^{-2}$		0,2		2		20		200		*μ bar*

Das menschliche Ohr kann Lautstärkeunterschiede von 1 Phon gerade noch feststellen. Bruchteile von phon werden daher nicht angegeben. Lautstärken unterhalb der Hörschwelle sind negative Phonwerte und können nach Verstärkung hörbar gemacht werden.
Die Lautstärke L_{ges} von m gleichen Schallquellen, von denen jede die Lautstärke L hat, wird wie folgt berechnet:

$$L_{ges} = 10 \log m + L$$

Beispiel: L = 70 Phon; m = 15; 10 log 15 = 11,76
$L_{ges} = 11{,}76 + 70 = 81{,}76$ Phon.

Die Lautstärke hat also nur um 11,76 Phon zugenommen.

Die Vergrößerung einer Lautstärke muß also in erster Linie durch Verstärkung der Schallstärke jeder einzelnen Schallquelle, nicht so sehr durch Vergrößerung ihrer Anzahl bewirkt werden.

Tonhöhen, Frequenzen

Frequenzbereich des menschlichen Hörens

etwa 16 ... 20000 Hz.

Mit zunehmendem Alter verschiebt sich die obere Hörgrenze nach kleineren Frequenzen.
Bei 8000 Hz beträgt die Gehörempfindung im Alter von 50 Jahren noch etwa $\frac{1}{20}$ derjenigen im Alter von 20 Jahren.

Frequenzbereich der Sprache

etwa 10 ... >10000 Hz.

Frequenzbereich der Musik (größte Orgeln)

etwa 16 ... 16000 Hz

einschließlich des Formantenbereiches.
Die Verständlichkeit der Sprache bleibt auch dann noch erhalten, wenn alle Frequenzen unter 300 Hz und über 3000 Hz abgeschnitten werden.

Die Frequenzen der musikalischen Töne sind normalisiert.

Normalton (Kammerton) $a_1 = 440$ Hz

Für die Musik ist nicht die absolute Frequenz maßgebend, sondern das relative Maß der Verhältniszahl zweier Schwingungszahlen. Diese Verhältniszahlen oder Intervalle haben besondere Namen:

Tabelle 9: Einfachste Tonintervalle

Verhältniszahl der Frequenzen	Bezeichnung des Intervalls
2 : 1	Oktave
15 : 8	Septim
5 : 3	Kleine Sexte
8 : 5	Große Sexte
3 : 2	Quinte
4 : 3	Quarte
5 : 4	Große Terz
6 : 5	Kleine Terz
9 : 8	Sekund
1 : 1	Prim

Bei der Durtonleiter hat die Oktave 8 Töne, deren Schwingungszahlen sich verhalten wie:

	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2
oder	24 :	27 :	30 :	32 :	36 :	40 :	45 :	48
	c	d	e	f	g	a	h	c_1

Absolute Schwingungszahlen der Durtonleiter, $a_1 = 440$ Hz

c_1	d_1	e_1	f_1	g_1	a_1	h_1	c_2
261,63	293,67	329,63	349,23	392,0	440	493,89	523,25 Hz
c	d	e	f	g	a	h	c_1
130,81	146,83	164,81	174,61	196,0	220	246,94	261,63 Hz

Bei der temperierten (gleichschwebenden) Stimmung weist jede Oktave 12 Töne auf, die um das gleichmäßige Intervall

$$\frac{\sqrt[12]{2}}{1} = \frac{1{,}0595}{1}$$ ansteigen.

Dieses Intervall heißt der halbe Ton der gleichschwebenden temperierten Stimmung.

Die Musik umfaßt 8 Oktaven (Grundtöne)

Subkontra	C^2	16,35 Hz
Kontra	C^1	32,70 Hz
	C	65,41 Hz
	c	130,81 Hz
	c^1	261,63 Hz
	c^2	523,25 Hz
	c^3	1046,51 Hz
	c^4	2093,02 Hz
	c^5	4186,03 Hz

Tabelle 10: Schalldruck und Schallstärke bei der Phonskala

Phon	Schallstärke ($\mu W/cm^2$)	Schalldruck (μbar)
0	$1{,}0 \cdot 10^{-10}$	$2{,}0 \cdot 10^{-4}$
0,5	$1{,}122 \cdot 10^{-10}$	$2{,}118 \cdot 10^{-4}$
1	$1{,}259 \cdot 10^{-10}$	$2{,}244 \cdot 10^{-4}$
2	$1{,}585 \cdot 10^{-10}$	$2{,}518 \cdot 10^{-4}$
3	$1{,}995 \cdot 10^{-10}$	$2{,}824 \cdot 10^{-4}$
4	$2{,}512 \cdot 10^{-10}$	$3{,}170 \cdot 10^{-4}$
5	$3{,}162 \cdot 10^{-10}$	$3{,}556 \cdot 10^{-4}$
6	$3{,}981 \cdot 10^{-10}$	$3{,}990 \cdot 10^{-4}$
7	$5{,}012 \cdot 10^{-10}$	$4{,}478 \cdot 10^{-4}$
8	$6{,}310 \cdot 10^{-10}$	$5{,}024 \cdot 10^{-4}$
9	$7{,}943 \cdot 10^{-10}$	$5{,}636 \cdot 10^{-4}$
10	$1{,}0 \cdot 10^{-9}$	$6{,}324 \cdot 10^{-4}$
11	$1{,}259 \cdot 10^{-9}$	$7{,}096 \cdot 10^{-4}$
12	$1{,}585 \cdot 10^{-9}$	$7{,}962 \cdot 10^{-4}$
13	$1{,}995 \cdot 10^{-9}$	$8{,}934 \cdot 10^{-4}$
14	$2{,}511 \cdot 10^{-9}$	$1{,}002 \cdot 10^{-3}$
15	$3{,}162 \cdot 10^{-9}$	$1{,}125 \cdot 10^{-3}$
16	$3{,}981 \cdot 10^{-9}$	$1{,}262 \cdot 10^{-3}$
17	$5{,}011 \cdot 10^{-9}$	$1{,}416 \cdot 10^{-3}$
18	$6{,}310 \cdot 10^{-9}$	$1{,}589 \cdot 10^{-3}$
19	$7{,}943 \cdot 10^{-9}$	$1{,}783 \cdot 10^{-3}$
20	$1{,}0 \cdot 10^{-8}$	$2{,}0 \cdot 10^{-3}$
25	$3{,}162 \cdot 10^{-8}$	$3{,}556 \cdot 10^{-3}$
30	$1{,}0 \cdot 10^{-7}$	$6{,}324 \cdot 10^{-3}$
35	$3{,}162 \cdot 10^{-7}$	$1{,}125 \cdot 10^{-2}$
40	$1{,}0 \cdot 10^{-6}$	$2{,}0 \cdot 10^{-2}$
45	$3{,}162 \cdot 10^{-6}$	$3{,}556 \cdot 10^{-2}$
50	$1{,}0 \cdot 10^{-5}$	$6{,}324 \cdot 10^{-2}$
55	$3{,}162 \cdot 10^{-5}$	$1{,}125 \cdot 10^{-1}$
60	$1{,}0 \cdot 10^{-4}$	$2{,}0 \cdot 10^{-1}$
65	$3{,}162 \cdot 10^{-4}$	$3{,}556 \cdot 10^{-1}$
70	$1{,}0 \cdot 10^{-3}$	$6{,}324 \cdot 10^{-1}$
75	$3{,}162 \cdot 10^{-3}$	1,125
80	$1{,}0 \cdot 10^{-2}$	2,0
85	$3{,}162 \cdot 10^{-2}$	3,556
90	0,1	6,324
95	0,3162	11,25
100	1,0	20,0
110	10,0	63,24
120	100,0	200,0
130	1000	632,4

Schrifttum

Kohlrausch, Praktische Physik, Bd. 1, Verlag Teubner, Berlin. Heyda, Elektro-akustisches Taschenbuch, Verlag Schneider, Berlin. Radio-Amateur, 5. 1942, S. 140-143.

Nachdruck verboten!

Funktechnische Arbeitsblätter

DK 621.392.2
029.63/64

Wellenwiderstand von Paralleldraht- und konzentrischen Leitungen

Sk 82

1 Blatt

Dieses Blatt erscheint als **Ergänzung zu Sk 81**

Diagramm 11 zeigt, welche Abweichungen im Durchmesser des Innenleiters zulässig sind, wenn bestimmte Toleranzen im Wellenwiderstand eingehalten werden sollen.

Diagramm 12 bringt den Verlauf von Z für die symmetrische Doppelleitung zwischen zwei Ebenen.

Diagramm 13 (umstehende Seite) bringt den Verlauf von Z für die abgeschirmte Doppelleitung im Gegentaktbetrieb, Leiter 1 gegen Leiter 2 gemessen.

Diagramm 14 (umstehende Seite) bringt den Verlauf von Z für die abgeschirmte Doppelleitung im Gleichtaktbetrieb, Leiter 1 und 2 gegen Abschirmung gemessen.

Diagramme 11 ... 14 nach Dr. H. Meinke, Einführung in die Technik der Dezimeterwellen.

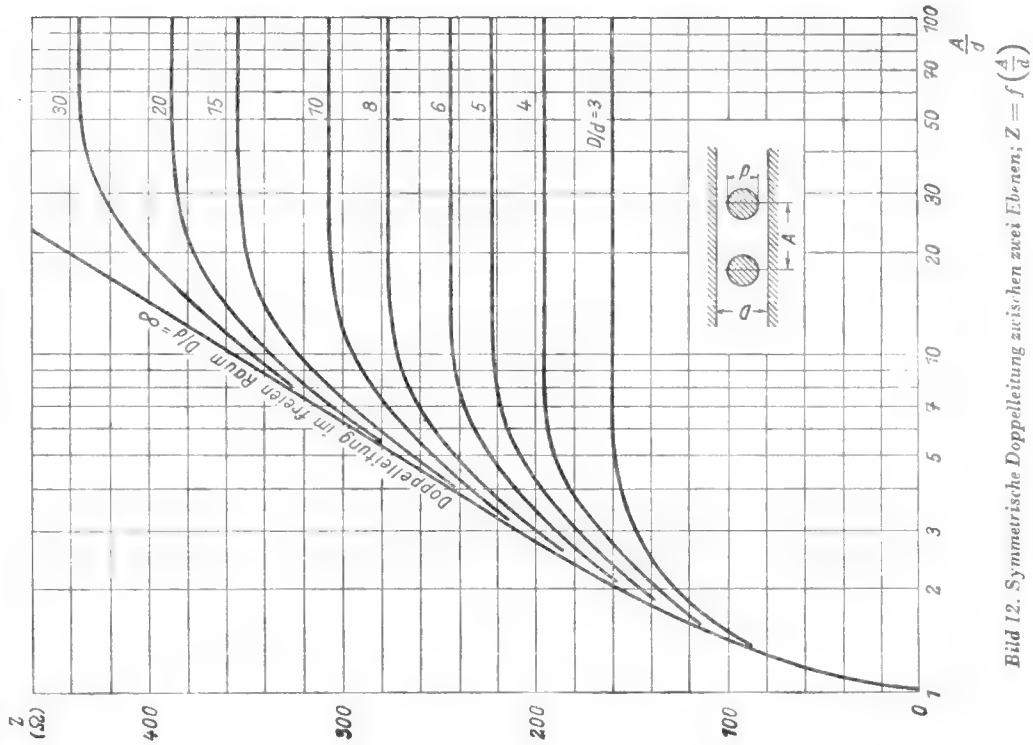


Bild 12. Symmetrische Doppelleitung zwischen zwei Ebenen; $Z = f\left(\frac{A}{d}\right)$

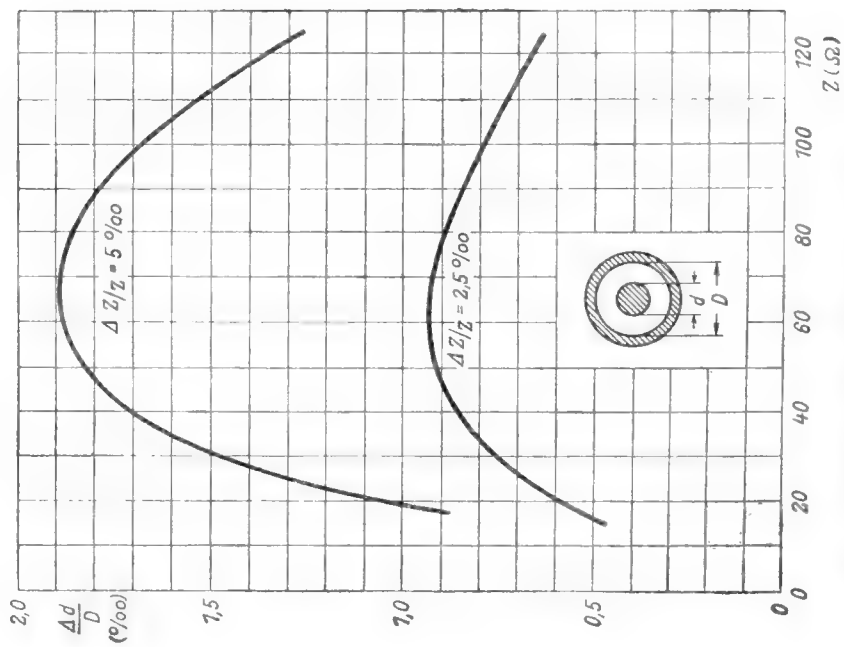


Bild 11. Zulässige Ungenauigkeiten im Durchmesser des Innenleiters einer konzentrischen Leitung bei gegebener Wellenwiderstandstoleranz; $\frac{\Delta d}{D} = f(Z)$ mit $\frac{\Delta Z}{Z}$ als Parameter

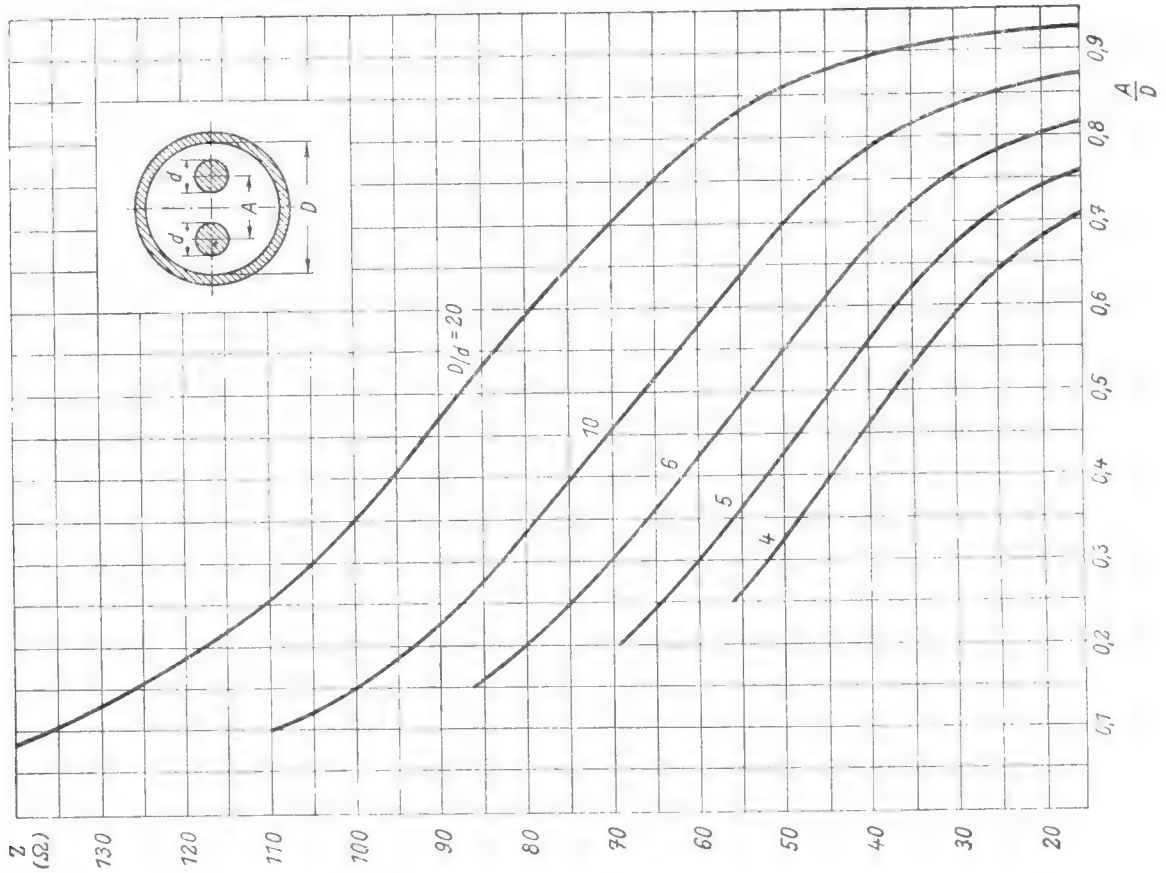


Bild 14. Abgeschirmte Doppelleitung im Gleichtaktbetrieb $Z = f\left(\frac{A}{D}\right)$, gemessen Leiter 1 und 2 gegen Abschirmung; (ε und $\mu = 1$)

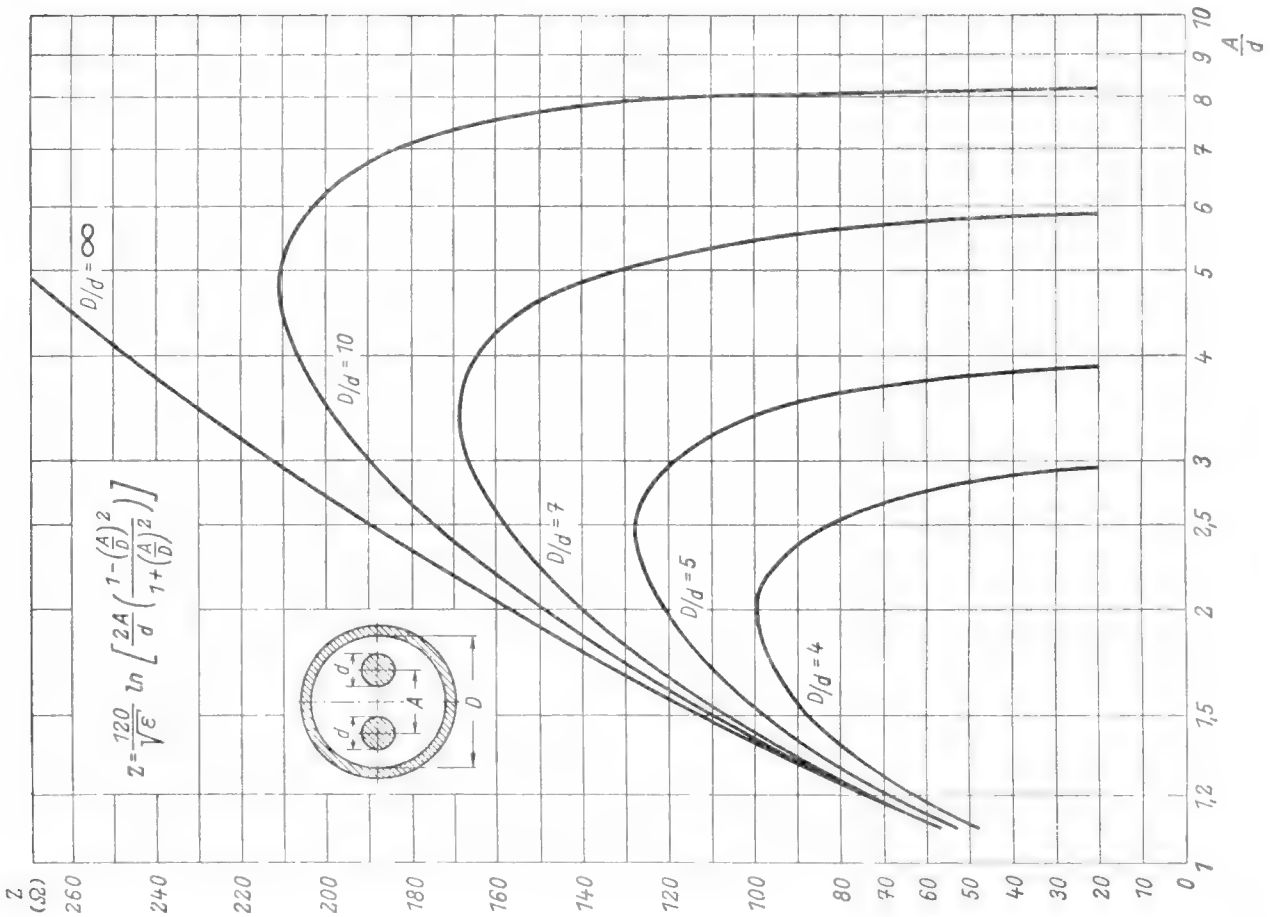
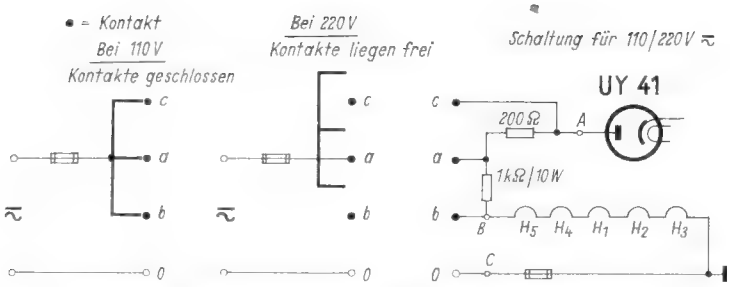


Bild 13. Abgeschirmte Doppelleitung im Gegentaktbetrieb $Z = f\left(\frac{A}{d}\right)$ gemessen Leiter 1 gegen Leiter 2; (ε und $\mu = 1$)

Nachdruck verboten!



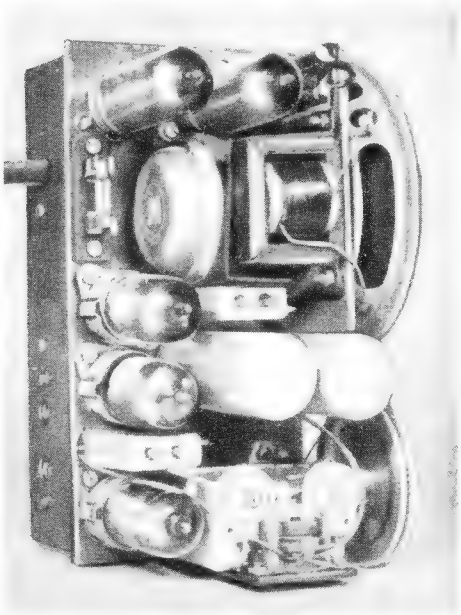
Netzspannungsumschaltung mit Hilfe eines im Netzstecker untergebrachten Spannungskarussells

Siebwiderstand bevorzugt. Bei 110-Volt-Betrieb entfallen der Schutzwiderstand für die Gleichrichterröhre UY 41, der mit 200 Ω bemessen ist, und der Heizkreisvorwiderstand (1 kΩ).

Aufbau mit Miniaturteilen

Um zu kleinen Abmessungen zu gelangen, wie sie bei Zwergsuperhets gefordert werden, mußten vielfach Miniaturbauteile eingebaut werden. So wurde ein Philips-Zweifach-Drehkondensator, Typ 5127, gewählt, dessen Ausmaße nur 46 × 27 mm betragen. Eine wesentliche Platzersparnis gestatten die bereits erwähnten Mikrobandfilter der gleichen Firma. Sie sind nicht größer als 36 × 24 × 10 mm. Recht kleine Abmessungen besitzen ferner die im Vor- und Oszillatorkreis benutzten Spulen mit Hf-Eisenkernen.

Der Empfänger ist auf einem Kleinchassis mit den Abmessungen 165 × 80 × 35 mm aufgebaut. Da die Gesamthöhe der Röhre UL 41 wesentlich größer ist als die der Vorröhren, mußte die Röhrenfassung für die Endpentode unter Verwendung von Zwischenstücken unterhalb der Montageplatte befestigt werden. Der Ausgangsübertrager konnte mit Hilfe eines U-förmigen Montagewinkels über dem Lautsprecherchassis Platz finden. Unmittelbar hinter dem Lautsprecherchassis befindet sich die Netzsicherung. Zwischen Lautsprecher und Drehkondensator sind die beiden Elektrolytkondensatoren untergebracht.



Chassisansicht von oben

Rechts: Rückansicht mit Antennen- und Erdbuchse

Der Antrieb der Drehkondensatorabstimmung wurde auf einfache Weise gelöst. Auf die Achse des Drehkondensators wird ein Antriebsrad mit 55 mm Durchmesser gesetzt.

Stecker mit Vorwiderständen und Umschalteinrichtungen

Bei Zwergsuperhets für Allstrombetrieb kommt es darauf an, wenn das Empfängergehäuse kleine Abmessungen erhalten soll, den Heizkreisvorwiderstand entweder in die Netzschnur oder in den Netzstecker zu verlegen. Das letztere Verfahren hat den Vorzug, daß man bei entsprechender Ausbildung des Netzsteckergehäuses gleichzeitig auch die Umschalteinrichtung unterbringen kann.

Eine geeignete Bauform, die sich bei einem bekannten Industriegerät bewährt hat („Tefi"), geht aus dem Foto hervor. Das Netzsteckergehäuse ist ausreichend groß (80 × 40 × 40 mm), um den Heizkreisvorwiderstand und den Schutzwiderstand für die Gleichrichterröhre aufzunehmen. Das Gehäuse besteht aus Metall und enhält zahlreiche Entlüftungslöcher. Der Umschalter ist als „Spannungskarussell" ausgeführt und kann nach Lösen einer Schraube betätigt werden. Wie die Skizze erkennen läßt, benötigt man zwischen Netzstecker und Empfänger ein dreipoliges Verbindungskabel.

Behelfsantenne

Die hohe Empfindlichkeit des Zwergsuperhets ermöglicht auch an Behelfsantennen guten Empfang. Eine praktische Lösung stellt eine kleine Flächenantenne dar, die man in Form eines Staniolstreifens (z. B. 60 × 120 mm) im Innern des Gehäuses anordnet und am einfachsten an der Deckwand festklebt. Die Behelfsantenne darf nur über einen Schutzkondensator (z. B. 1 nF) mit der Antennenspule L_1 Verbindung haben.

Werner W. Diefenbach

Einzelteilliste

Widerstände (Dralowid)
¼ Watt: 150 Ω, 2 Stück je 20 kΩ, 2 Stück je 50 kΩ, 100 kΩ, 200 kΩ, 1 MΩ, 10 MΩ
1/10 Watt: 2 Stück je 0,5 MΩ

Drahtwiderstände (RIG)
2 Watt: 1 kΩ
3 Watt: 200 Ω
10 Watt: 1 kΩ

Potentiometer (Dralowid)
¼ Watt: 1 MΩ, evtl. mit Schalter, Kleinausführung

Rollkondensatoren (NSF)
250/750 V: 50 pF, 100 pF, 300 pF, 10 nF, 2 Stück je 0,1 µF
500/1500 V: 100 pF, 150 pF, zwei St. je 10 nF
500 V ~: 1 nF, 2 Stück je 10 nF

Glimmerkondensator
500 pF

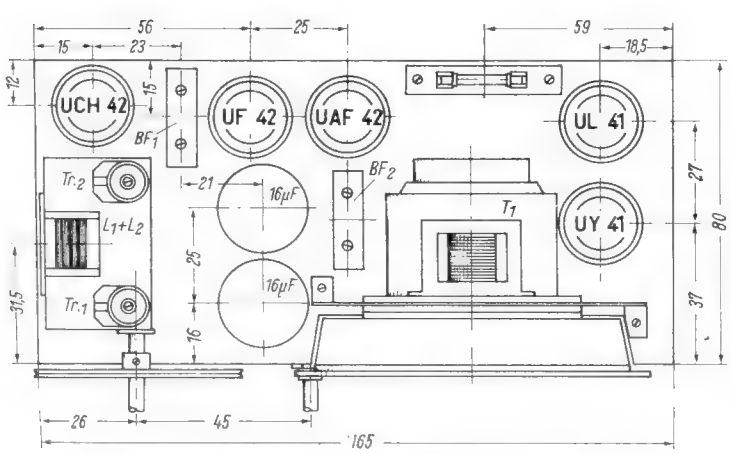
Elektrolytkondensatoren (NSF)
350/385 V: 2 Stück je 16 µF

Hf-Bauteile
2 Mikrobandfilter (Philips 5731/70), 1 Zweifachdrehkondensator (Philips Nr. 5127)

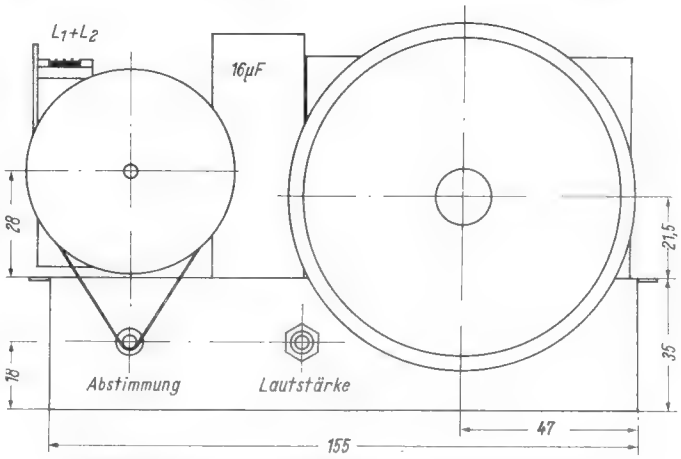
Kleinbauteile (Dr.-Ing. Mozar)
5 Rimlockröhrenfassg., 1 Doppelbuchse

Lautsprecher (Wigo)
1 perm.-dyn. Lautsprecherchassis PM 95 B (Membrandurchmesser 95 mm)

Röhren (Philips-Valvo)
UCH 42, UF 42, UAF 42, UL 41, UY 41



Einzelteilanordnung auf der Montageplatte



Maßskizze für den Einzelteileinbau an der Frontseite

Leistungsfähiger UKW-Einsatz-Super

Wer sich ein UKW-Einsatzgerät selbst zu bauen wünscht, sollte den Super-Einsatz aus bekannten Gründen gegenüber dem Pendelaudion bevorzugen. Super-UKW-Einsätze lassen sich bei geeigneter Schaltung verhältnismäßig einfach aufbauen, so daß die Materialkosten gering bleiben und z. B. DM 40.— nicht überschreiten. Ein von der Firma M. Holzinger, München, für den Selbstbau herausgebrachter UKW-Einsatz entspricht diesen Bedingungen. Da sämtliche Einzelteile bausatzmäßig erhältlich sind, entstehen beim Nachbau kaum irgendwelche Schwierigkeiten.

Misch- und Zf-Stufe

Um hohe Empfindlichkeit zu erzielen, bedient sich die Mischstufe mit der Röhre 6 AC 7 des additiven Mischprinzips. Die Dipolantenne ist induktiv an den Vorkreis gekoppelt, der mit dem Bremsgitter der Mischröhre Verbindung hat. Die Oszillatorschwingung wird in der vorteilhaften ECO-Schaltung[1]) erzeugt. Die Schwingkreisspule besitzt eine Anzapfung für die Katodenrückkopplung. Das eine Heizfadenende ist mit der Katode verbunden. Dadurch wird die Temperaturabhängigkeit der zwischen Faden und Katode bestehenden Kapazität beseitigt. Die schädliche Kapazität ist kurzgeschlossen. Die Betriebsdaten der Mischröhre sind so gewählt, daß sich ein einwandfreier Schwingungseinsatz ergibt.

Im Anodenkreis der Röhre 6 AC 7 befindet sich der erste Zf-Kreis, der auf 10,7 MHz abgestimmt ist. Die Ankopplung an das Gitter der Zf-Röhre 6 AC 7 geschieht über eine kleine Kopplungskapazität. Im Anodenkreis des Zf-Verstärkers ist ein weiterer Zf-Kreis angeordnet. Beide Zf-Kreise sind durch Widerstände gedämpft, so daß sich die erforderliche Bandbreite ergibt. Da eine Regelautomatik nicht vorgesehen ist, erhält die Zf-Röhre durch das Katodenaggregat (160 Ω, 5 nF) eine kleine Gittervorspannung. Der UKW-Einsatz-Super verzichtet auf einen besonderen Netzteil. Die Anoden- und Schirmgitterspannungen für die Vorstufen sind daher sorgfältig entkoppelt.

Demodulatorteil

Der Demodulator arbeitet mit der Röhre 6 L 7 und ist als Induktionsdetektor ausgebildet. Gelangt ein Signal an das Steuergitter, so wird der Elektronenstrom im Rhythmus der Signalspannung moduliert. Nachdem der Elektronenstrom das erste positive Gitter durchlaufen hat, wird er durch das zweite negative Gitter zurückgehalten, um das sich eine Elektronenwolke ausbildet. Durch kapazitive Einwirkung der Elektronenwolke auf das zweite Steuergitter fließt in dem mit diesem Gitter verbundenen und auf die Zf abgestimmten Kreis ein Strom. Dadurch bildet sich am zweiten Steuergitter eine hohe Zf-Spannung aus. Diese ist in ihrer Phase gegenüber der Eingangsspannung um 90° verschoben. Variiert die Frequenz des Eingangssignals, so ändert sich auch die Phasenverschiebung der beiden Gitter. Beide Gitter steuern den Anodenstrom. Die Gesamtwirkung hängt von der Phasendifferenz ab, so daß der Anodenstrom sich ändert, wenn die Eingangs- oder Ausgangsfrequenz vergrößert oder verkleinert wird.

Im Anodenkreis wird über das Entzerrungsglied (44 µsec.) die Anodenstromänderung als Nf-Spannung abgenommen. Die Bandbreite des nutzbaren Teiles der Demodulationskurve ist der des Schwingkreises am zweiten Steuergitter proportional. Der in der Anodenleitung der Röhre 6 L 7 angeordnete 500-Ω-Widerstand dämpft unter Berücksichtigung der Gitter-Anoden-Kapazität den Demodulationskreis ohne jeden Energieentzug und bestimmt damit die Bandbreite des nutzbaren Teiles der Demodulationskurve. Die abgegebene Nf-Spannung reicht zur Aussteuerung eines normalen Rundfunkgerätes aus.

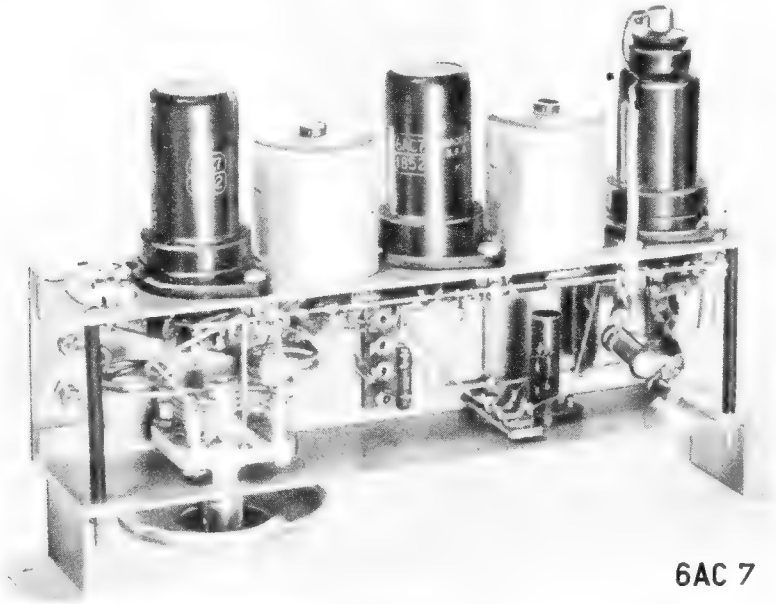
Aufbaueinzelheiten

Wie das **Bild** erkennen läßt, ist der UKW-Einsatz-Super auf einem U-förmigen Chassis aufgebaut. Die Chassishöhe wurde relativ groß bemessen, um die Verdrahtung übersichtlich und elektrisch zweckmäßig ausführen zu können. Links sieht man die Mischröhre 6 AC 7 mit den darunter angeordneten Antennenbuchsen, dem UKW-Abstimmkondensator und den Spulen des Vor- und Oszillatorkreises. Der Drehkondensator trägt auf der Achse ein Antriebsrad. Die Abstimmung läßt sich daher auch mit dem Skalenantrieb des Rundfunkempfängers kuppeln. Die Zf-Kreise befinden sich in kleinen Abschirmhauben zu beiden Seiten der Zf-Röhre 6 AC 7. In den Abschirmhauben sind ferner die Dämpfungswiderstände und Ankopplungskondensatoren untergebracht.

Das Chassis ist mit Gewindespindeln verschraubt und erhält dadurch die erforderliche mechanische Festigkeit. Zwei seitliche Montagewinkel erleichtern den Einbau im Rundfunkgerät. Man kann den Einsatz-Super je nach Raumverhältnissen entweder stehend oder hängend unterbringen. Wird das Antriebsrad nicht mit der Hauptabstimmung gekuppelt, so ist eine Einbauart zu bevorzugen, die eine bequeme Einstellung von der Rückseite des Rundfunkempfängers aus gestattet.

Für den Abgleich des Vor- und Oszillatorkreises sind Trimmer vorgesehen. Ein etwa erforderlicher induktiver Abgleich kann leicht durch Biegen der Spulenwindungen vorgenommen werden. Die beiden Zf-Kreise lassen sich induktiv abgleichen. Die Abgleichung geschieht in der Mischstufe und im Zf-Teil nach den bekannten Regeln.

Es empfiehlt sich noch zu überprüfen, ob dem Netzteil des Rundfunkgerätes die zusätzliche Belastung zugemutet werden kann, die durch den Einsatz-Super entsteht. In vielen Fällen sind Netzteile aus Sicherheitsgründen etwas überdimensioniert. Bei zu knapper Bemessung empfiehlt es sich je nach Raumverhältnissen, auf den Netztransformator eine neue 6,3-V-Heizwicklung aufzubringen oder die alte Heizwicklung durch eine neue Wicklung mit entsprechend größerem Drahtquerschnitt zu ersetzen. Bei knapp bemessener Gleichrichterröhre ist es u. U. zweckmäßig, eine Röhre mit höherer Anodenstromleistung einzusetzen.

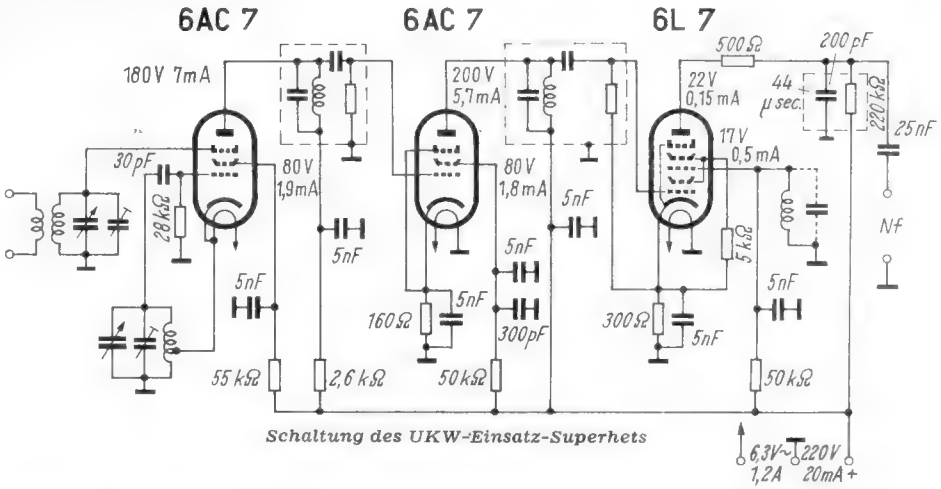


Links: Blick in den übersichtlichen Aufbau und die zweckmäßige Verdrahtung des UKW-Einsatz-Superhets. Die seitlich angebrachten Montagewinkel gestatten es, den Einsatzteil in verschiedenen Lagen im Empfängergehäuse einzubauen

Wickeldaten

Spule	Wdg.	Wicklungsdurchm. mm	Drahtdurchm. mm	µH
Antennenkreis	1	13	2	0,1
Vorkreis	2	17	2	0,2
Oszill.-Kreis	2	17	2	0,2
1. Zf-Kreis[1])	21	8,5	0,35	7,3
2. Zf-Kreis[2])	21	8,5	0,35	7,3
Demod.-Kreis	50	8,5	0,35	12,4

[1]) Parallelkapazität = 30 pF
[2]) Parallelkapazität = 30 pF
[3]) Parallelkapazität = Eigenkapazität der Wicklung + Röhrenkapazität



Schaltung des UKW-Einsatz-Superhets

[1]) Vgl. a. „Oszillatoren für Hochfrequenz", Funktechnische Arbeitsblätter, 5. Lieferung, Preis DM 6.—. Franzis-Verlag, München.

Kleinverstärker hoher Wiedergabequalität

Seit sich die hohe Klangqualität, die den UKW-Rundfunk auszeichnet, auf den Gerätebau befruchtend auswirkt, ist man bestrebt, bei der Entwicklung von Empfangsgeräten und Verstärkern immer mehr das Breitbandprinzip zu betonen. Damit sind jene in Rundfunkgeräten verwendeten Nf-Teile als veraltet anzusehen, deren Frequenzkurven schon bei 6000 Hz einen starken Abfall zeigen. Mancher Radiopraktiker wünscht sich in Ergänzung der vorhandenen Einrichtungen einen modernen Kleinverstärker zu bauen, der den Frequenzbereich von etwa 40...13 000 Hz umfaßt und damit den Anforderungen des UKW-Rundfunks entspricht. Ein derartiger Verstärker eignet sich ferner für Mikrofon-, Schallplatten- und Tonbandübertragung, insbesondere wenn er mit entsprechenden Regel- und Entzerrungsgliedern ausgestattet ist.

Für den Heimgebrauch genügen in der Regel Ausgangsleistungen bis max. 8 Watt. Größere Endleistungen lassen sich kaum ausnützen. Kleinverstärker dieser Ausgangsleistungen können zudem mit relativ geringem Aufwand gebaut werden. Seit es preiswerte Breitbandlautsprecher gibt, die in vielen Fällen die bisher üblichen Lautsprecherkombinationen zu ersetzen vermögen, sind auch geeignete Lautsprecherchassis zu günstigeren Preisen erhältlich.

8-Watt-Verstärker für Wechselstrom

Die Endpentode EL 12 liefert ohne Überlastung eine durchschnittliche Ausgangsleistung von etwa 8 Watt, so daß die Röhre für einen Heim-Verstärker gut geeignet erscheint. Mit Rücksicht auf vielseitige Verwendbarkeit und unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die in älteren Empfängern vorhandenen Nf-Vorverstärker heutigen Anforderungen gleichfalls nicht mehr entsprechen, empfiehlt es sich, auch einen Nf-Vorverstärker anzuordnen. Die Heiz- und Anodenstromversorgung des Gesamtverstärkers muß aus einem eigenen Netzteil geschehen, da die meisten Empfänger keine Leistungsreserven besitzen, andererseits aber aus praktischen Gründen eigene Stromversorgung große Vorzüge hat.

Wie das **Schaltbild** eines solchen Verstärkers zeigt, ist in der Vorstufe die Pentode EF 12 und im Endverstärker die Röhre EL 12 verwendet worden. Die im Eingang angeordneten Kopplungskondensatoren sind mit je 0,1 µF für einwandfreie Baßübertragung ausreichend bemessen. Der Lautstärkeregler besitzt eine Anzapfung für die Anschaltung eines frequenzabhängigen Gliedes (20 kΩ, 50 nF), so daß bei kleiner Lautstärke die Höhen dem logarithmischen Hörempfinden entsprechend beschnitten werden. Der Katodenwiderstand der Röhre EF 12 wird durch einen 50-µF-Kondensator ausreichend überbrückt. Um Unstabilitäten zu vermeiden, sind Anoden- und Schirmgitterspannung sorgfältig geglättet (8 µF, 0,5 µF). Im Anodenkreis befindet sich ein Klangfarbenregler (20 nF, 500 kΩ) üblicher Ausführung.

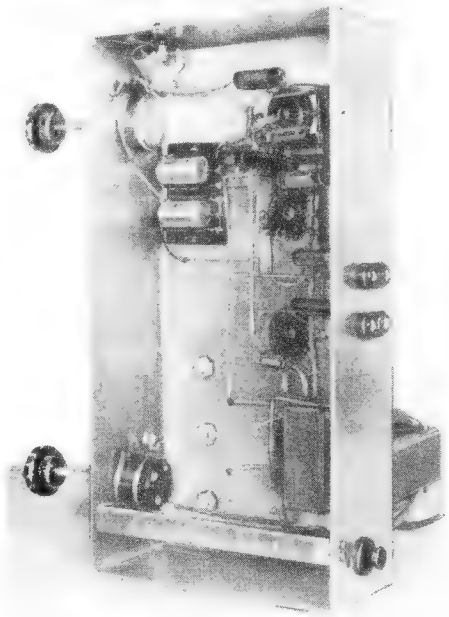
Auch die Glieder der RC-Kopplung sind ausreichend groß gewählt, um eine gute Baßübertragung zu gewährleisten. Aus dem gleichen Grunde hat der Katodenkondensator der Endpentode EL 12 einen Wert von 100 µF. Die Gesamtverstärkung gestattet es, zwei verschiedene Gegenkopplungskanäle anzuordnen, mit denen alle Entzerrungsfragen zu lösen sind. Der erste von der Anode der Röhre EL 12 zur Anode der Vorröhre verlaufende Gegenkopplungszweig bewirkt eine Baß- und eine Höhenanhebung. Der zweite von der Sekundärseite des Ausgangsübertragers zum unteren Ende des Lautstärkereglers geführte Kanal gestattet eine lautstärkeabhängige Gegenkopplung, mit der bei mittleren und großen Tonfrequenzspannungen eine weitere Klirrgradverringerung möglich ist. Der Frequenzgang des Verstärkers geht aus den Kurven hervor. Wie man erkennen kann, ist der mittlere Teil der Frequenzkurve (gestrichelte Linie) gegenüber dem hohen und tiefen Frequenzbereich abgesenkt. Die Höhen werden von etwa 2000 bis 10 000 Hz angehoben. Der Anhebungsbereich für die Bässe verläuft von etwa 40....100 Hz. Die zweite Kurve zeigt den Frequenzgang bei Dunkelstellung des Klangfarbenreglers. In diesem Falle werden die Höhen ab etwa 6000 Hz unterdrückt.

Der Netzteil mit der Röhre AZ 12 verwendet im Hinblick auf brummfreie Baßwiedergabe reichliche Siebmittel. Parallel zu den Kondensatoren sind Widerstände (je 200 kΩ) zur Beschneidung der Spannungsspitzen angeordnet.

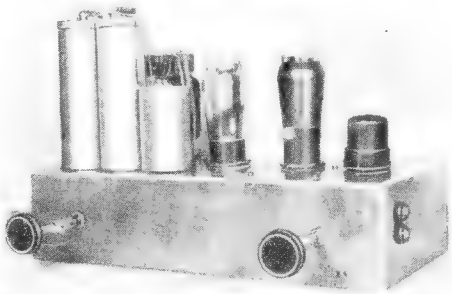
Einzelheiten des konstruktiven Aufbaues gehen aus der Maßskizze und aus den Fotos hervor. Zum Aufbau wurde ein Aluminiumchassis mit den Abmessungen 350×120×85 mm verwendet. Es ist eine Bauform gewählt worden, die den Einbau des fertigen Verstärkers in einen Musikschrank erleichtert. Die Bedienungsknöpfe für Lautstärke und Klangfarbe sind an einer Seite herausgeführt. Neben dem Netztransformator ist die Gleichrichterröhre AZ 12 eingebaut, an die sich die Röhren EL 12 und EF 12 anschließen. Um hohe Betriebssicherheit zu erzielen, wurden in der Siebkette des Netzteils MP-Kondensatoren verwendet. Der größte Teil der Verdrahtung und die Netzdrossel befinden sich unterhalb der Montageplatte. Verschiedene Widerstände und Kondensatoren wurden aus Gründen stabilen Aufbaues auf einer mit Nietlötösen ausgestatteten Pertinaxleiste befestigt. Während die Eingangsbuchsen an der rechten Seitenwand (von vorne gesehen) in unmittelbarer Nähe des Lautstärkereglers Platz gefunden haben, sind an der Rückseite zum Anschluß eines oder mehrerer Lautsprecher zwei weitere Doppelbuchsen vorgesehen. Hier ist auch die Schraubsicherung untergebracht.

4-Watt-Verstärker für Allstrom

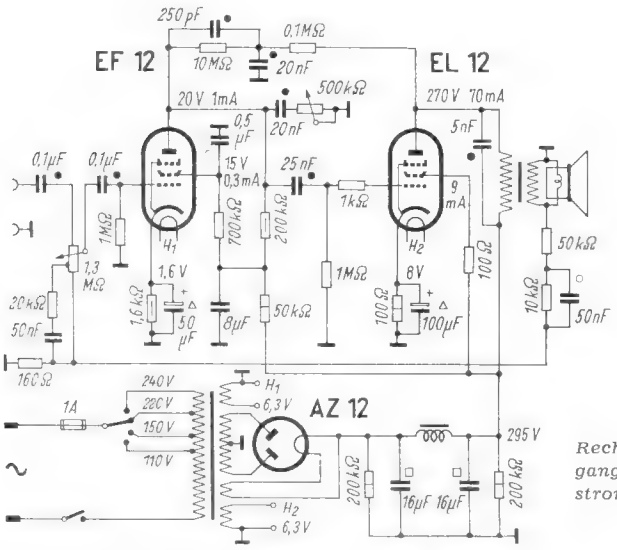
In der Allstromausführung kann ein ähnlich aufgebauter Verstärker mit den Röhren UF 42, UL 41 und Selengleichrichter (120 mA) bestückt werden. Die Ausgangsleistung beträgt max. 4 Watt. Die beiden Eingangsbuchsen sind durch 25-nF-Kondensatoren gleichstromfrei gehalten. Die Schaltung entspricht in den Grundzügen dem beschriebenen Wechselstrom-Verstärker mit geringen Änderungen, die sich aus der Allstromtechnik und den abweichenden Betriebsdaten der verwendeten Röhren ergeben.



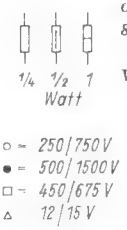
Verdrahtungsansicht des 8-Watt-Verstärkers für Wechselstrom

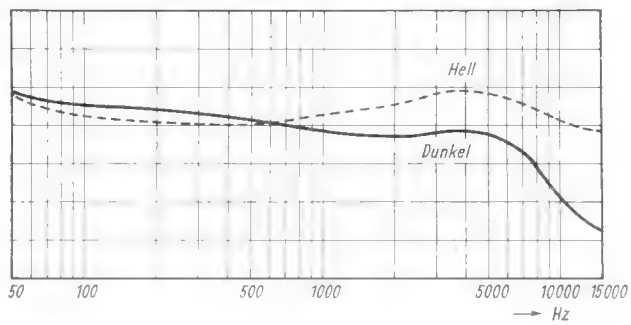


Rechts: Vorderansicht des 8-Watt-Verstärkers für Wechselstrom

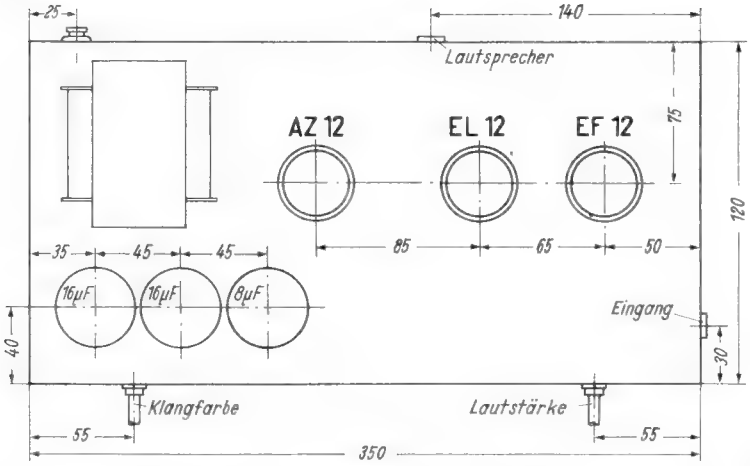


Schaltbild des 8-Watt-Verstärkers für Wechselstrom mit der Endpentode EL 12

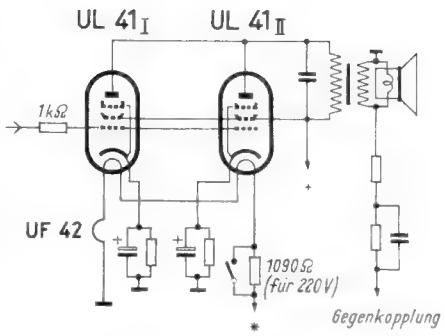




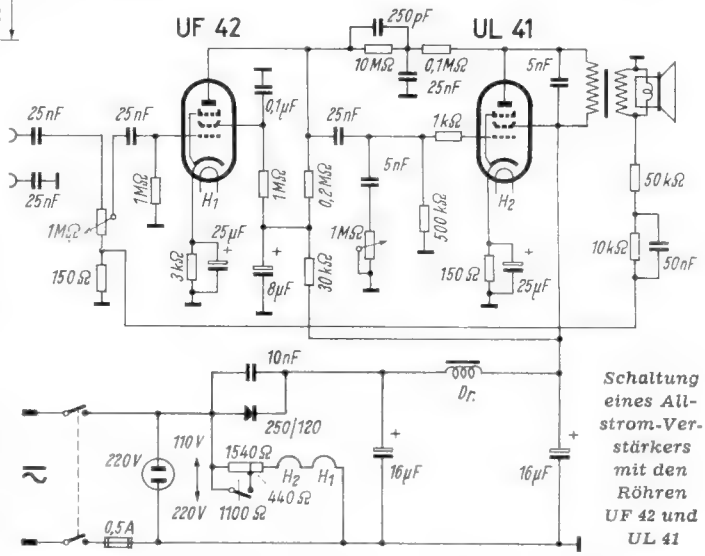
Rechts: Frequenzgang des Wechselstrom-Verstärkers



Links: Maßskizze für den Chassisaufbau



Rechts: Prinzipschaltbild der Endstufe eines mit zwei parallelgeschalteten Röhren UL 41 ausgestatteten Allstromverstärkers



Schaltung eines Allstrom-Verstärkers mit den Röhren UF 42 und UL 41

Der im Röhrenheizkreis angeordnete Vorwiderstand kann für 110- oder 220-Volt-Betrieb umgeschaltet werden. Falls eine Betriebsanzeige erwünscht ist, empfiehlt es sich, eine Glimmlampe entweder auf der Netzseite oder anodenstromseitig vorzusehen. Der Aufbau des Allstrom-Verstärkers läßt sich ähnlich wie beim Wechselstromgerät vornehmen. Es muß jedoch besonders auf den Berührungsschutz geachtet werden. Der Netzschalter soll zweipolig ausgeführt sein. Er ist wie bei der Wechselstromausführung mit dem Lautstärkeregler kombiniert. Die Lautstärkeregelung kann wie beim Wechselstromverstärker auch gehörrichtig vorgenommen werden, wenn man einen Regler mit Anzapfung verwendet.

8-Watt-Verstärker für Allstrom

In der Allstrom-Rimlockröhrenreihe stellt die UL 41 die Pentode mit der größten Ausgangsleistung dar. Will man höhere Endleistungen als 4 Watt erzielen, so muß man zur Gegentaktschaltung greifen oder mehrere Röhren in Parallelschaltung anordnen. Da die Gegentaktschaltung zusätzlichen Aufwand durch Phasenumkehrröhre, Eingangstransformator oder Spezial-Ausgangsübertrager erfordert, erweist sich die Parallelschaltung zweier Röhren UL 41 als besonders wirtschaftlich.

Das **Teilschaltbild** zeigt die Änderungen, die sich bei Verwendung zweier Röhren UL 41 in Parallelschaltung ergeben. Die Katodenwiderstände sind jeweils 150 Ω groß. Der im Heizkreis erforderliche Vorwiderstand beträgt für 220-Volt-Betrieb 1090 Ω. Für 110-Volt-Netze ist der Heizkreis-Vorwiderstand kurzzuschließen. Der Heizkreisvorwiderstand kann nötigenfalls mit Anzapfungen versehen werden, damit sich der Verstärker auch an 125- oder 150-Volt-Netzen betreiben läßt. Bei 110-Volt-Betrieb sinkt die Ausgangsleistung auf etwa 3,5...4 Watt ab. Bei Wechselstromnetzen empfiehlt es sich, einen Autotransformator zu verwenden, der auch bei niedriger Netzspannung die gleiche Ausgangsleistung wie bei 220-Volt-Betrieb ermöglicht.

Einzelteilliste

Widerstände (Dralowid)
¼ Watt: 160 Ω, 1 kΩ, 10 kΩ, 20 kΩ, 50 kΩ, 0,1 MΩ, 2 Stück je 1 MΩ, 10 MΩ
1 Watt: 2 Stück je 100 Ω, 1,6 kΩ, 50 kΩ, 2 Stück je 200 kΩ

Potentiometer (Dralowid)
¼ Watt: 1,3 MΩ mit einpol. Schalt., 0,5 MΩ

Kondensatoren (NSF)
250/750 V: 2 Stück je 50 nF, 0,5 µF
500/1500 V: 250 pF, 5 nF, 2 Stück 20 nF, 25 nF, 2 Stück 0,1 µF

Elektrolytkondensatoren (NSF)
12/15 V: 50 µF, 100 µF
350/380 V: 8 µF

MP-Kondensatoren (Bosch)
450/675 V: 2 Stück je 16 µF

Netztransformator (Hegenbart)
Typ NT 14, Nr. 10535: 2 × 300 V 120 mA; 4 V 1,5 A; 4/6,3 V 5 A; 6,3 V 1,5 A

Netzdrossel (Hegenbart)
ND 652: 100 mA

Kleinbauteile (Mentor, Dr.-Ing. Mozar)
3 Stahlröhrenfassungen, 3 Doppelbuchsen

Röhren (Telefunken)
EF 12, EL 12, AZ 12

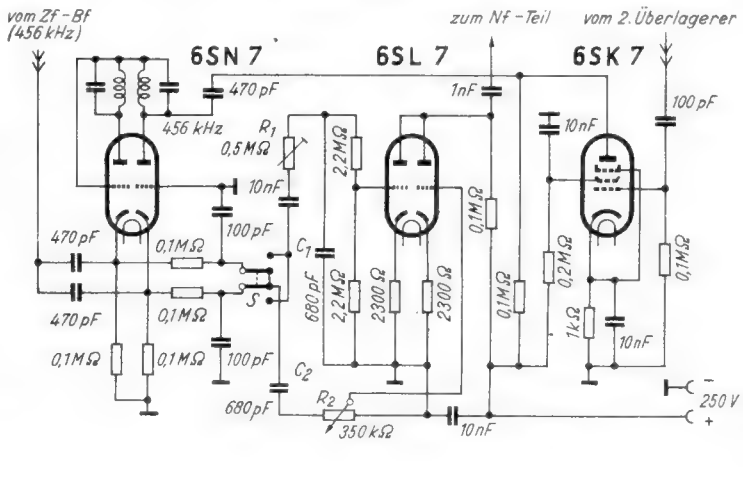
Zusatzgerät für maximale Super-Trennschärfe

An jeden vorhandenen (Telegrafie-)Superhet läßt sich ein Zusatzgerät (nach G. Grammar, QST) anschließen, das die Eigenschaften eines Quarzfilters besitzt (auch Antiresonanz-Einstellung!). Der Aufwand erscheint mit drei Röhren zunächst etwas hoch, aber die Kosten liegen im allgemeinen unter denen eines Quarzfilters.

Das Gerät (vgl. **Bild**) arbeitet als Phasenbrücke. Die Zwischenfrequenz wird vom letzten Bandfilter im Empfänger abgezweigt und den Gittern der Röhre 6 SN 7 zugeführt, deren Strecke Katode - Gitter als Duodiode arbeitet. Die Anoden erhalten eine gegeneinander um 90° verschobene Zf-Spannung, die die Demodulation entsprechend steuert. Diese Zf-Spannung wird aus dem zweiten Überlagerer entnommen und in der Röhre 6 SK 7 verstärkt. In dem folgenden Bandfilter entsteht dann zwischen den beiden heißen Enden die Phasendifferenz von 90°. Die Röhre 6 SN 7 liefert nun zwei um 90° verschiedene Nf-Spannungen, die nach einer Hf-Sperre die Brücke C_1, R_1, C_2, R_2 passieren. Letztere besitzt ebenfalls eine konstante Phasendifferenz von 90°. Nach Verstärkung in der Röhre 6 SL 7 wird die Nf wieder in den Empfänger zurückgeführt. Die dort vorhandene Demodulatorstufe ist abzuschalten.

Sei der zweite Überlagerer jetzt auf eine Frequenz eingestellt, die 1 kHz höher als die Zf liegt ($f_a - 1 = f_z$), so würde natürlich auch eine Störfrequenz, die 1 kHz oberhalb der Überlagerungsfrequenz liegt ($f_a + 1 = f_{st}$), den gleichen niederfrequenten Ton erzeugen (die Stärke richtet sich nach der Selektionskurve des Empfängers). Hier aber werden die bei der Demodulation erhaltenen 90°-verschobenen Spannungen in der Phasenbrücke so einjustiert, daß die Störfrequenz gerade um 180° verschobene Amplituden in den Brückenzweigen besitzt, also kompensiert wird, während die zu empfangende Zf dagegen keine Phasendifferenz erfährt und ungehindert passieren kann. Auf diese Weise läßt sich mittels R_2 jeder Störton unterdrücken. Um nach beiden Seiten regeln zu können, hat das Gitter des anderen Zweiges mit der Mittelanzapfung der Gitterableitung Verbindung. Da diese das Gleichgewicht stören würde, muß durch R_1 die Brücke einmal abgeglichen werden. S ist ein Polwender und gestattet Flankenwechsel der Abstimmung. Das ganze Gerät läßt sich klein aufbauen und neben dem Empfänger aufstellen, u. U. gleich mit dem 2. Überlagerer, falls im Empfänger keiner vorhanden sein sollte.

W. Gruhle, DL 3 GL

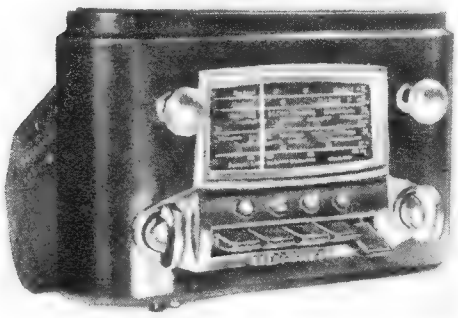


Schaltung des Zusatzgerätes

FUNKSCHAU-*Prüfbericht:*

Telefunken - Autosuper II D 51 M

Die deutsche Autoempfängertechnik ist in der Entfaltung ihrer technischen Möglichkeiten vielfach abhängig von gewissen Raumschwierigkeiten, die charakteristisch für die Bauformen zahlreicher deutscher Wagentypen sind. Aus diesem Grunde konzentriert sich die Fertigung von Spitzengeräten hauptsächlich auf den repräsentativen großen Wagen, da die Autofabriken in dieser Wagenklasse den Autosuper von vornherein berücksichtigen, andererseits aber günstigere Einbauverhältnisse vorliegen. Der neue Telefunken-Empfänger II D 51 M bietet ein gutes Beispiel für den fortschrittlichen Autosuper dieser Saison, der hinsichtlich Empfangseigenschaften und Klangqualität die Leistungen hochwertiger Heimempfänger erreicht, dabei aber einen höheren Bedienungskomfort aufweist.



Links und rechts vom Tastenfeld befinden sich Qualitäts- und Wellenschalter, während zu beiden Seiten der Stationsskala Lautstärkeregler mit Einschalter und Abstimmknopf mit Empfindlichkeitsschalter Platz gefunden haben

Vorstufensuper mit Drucktastenabstimmung

Schaltungsmäßig handelt es sich um einen Vorstufensuperhet mit aperiodischem Zwischenkreis[1]). Bei der Wahl der Wellenbereiche ging man von dem Gesichtspunkt aus, das gesamte interessierende Frequenzspektrum in mehrere Bänder aufzuteilen und dadurch eine leichtere Abstimmung zu erzielen. So sind neben Langwellen zwei MW-Bereiche und zwei KW-Bänder vorgesehen, die eine bemerkenswerte Stationsauswahl bieten. In den beiden KW-Bereichen können die 25-m-, 31-m-, 41-m- und 49-m-Bänder empfangen werden. Um einwandfreien KW-Empfang zu erzielen, mußte das Problem der akustischen Rückkopplung gelöst werden. Im Autosuper II D 51 M wurde aus diesem Grunde ein Spezial-Drehkondensator mit zwei verschiedenen Plattenpaketen verwendet, von denen das Oszillatorpaket besonders große Plattenabstände besitzt. Der große Plattenabstand würde bei den bisher üblichen Kapazitätswerten untragbar große Abmessungen ergeben. Man hat daher eine Endkapazität von 226 pF gewählt und damit gleichzeitig günstige Abstimmungsverhältnisse erzielt. Der neue Drehkondensator ist unempfindlich gegenüber akustischen Einflüssen, Körperschall und sonstigen Beanspruchungen, die sich in einem Fahrzeug nicht vermeiden lassen.

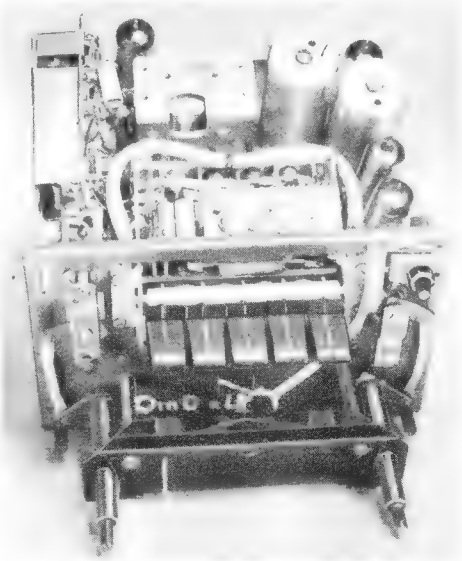
Die Telefunken-Konstrukteure haben rechtzeitig erkannt, daß das Drucktastensystem für den Autofahrer eine wesentliche Abstimmerleichterung bietet. Bei der praktischen Ausführung, die sich bewährter Variometeranordnungen bedient, erweist sich das Schaltungsprinzip mit aperiodischem Zwischenkreis als vorteilhaft, da bei Drucktastenbetrieb aus konstruktiven Gründen die Kreiszahl nicht verringert werden muß und der Autosuper daher die gleiche Empfindlichkeit wie bei Drehkondensator-Abstimmung besitzt. Für Drucktastenwahl stehen vier Tasten zur Verfügung, die man leicht auf beliebige Stationen innerhalb des Variationsbereiches eichen kann. Eine fünfte Taste schaltet wieder auf Normalabstimmung um.

Gegentaktendstufe und Qualitätsschalter

Wer zum erstenmal Gelegenheit hat, den eingebauten Autosuper II D 51 M zu hören, ist überrascht von der hohen Klanggüte, die diesen Empfänger auszeichnet. Diese Eigenschaft verdankt das Gerät der mit den Röhren ECL 113 ausgestatteten Gegentaktendstufe. Die Triodensysteme sind als Nf-Vorverstärker und Phasenumkehrröhre geschaltet. Eine besonders nützliche Einrichtung des Nf-Teils stellt der dreistufige Qualitätsschalter dar, der durch Umschaltung der Bandfilterkopplungswicklung im Zf-Verstärker und frequenzabhängiger Schaltelemente im Verstärkereingang sowie im Gegenkopplungskanal Breitband- oder Schmalbandwiedergabe gestattet und in einer weiteren Stellung besonders gut verständliche Sprachübertragung erlaubt.

Stromversorgungsteil

Die bewährte Trennung der Anlage in Empfangsteil, Lautsprecher und Stromversorgungsgerät wurde beibehalten. Der Zerhackertransformator erhielt eine kleine Zusatzwicklung für die Erzeugung der Gittervorspannung. Für die Gleichrichtung der Anoden- und Schirmgitterspannungen werden Trockengleichrichter verwendet. Der Stromverbrauch des Gerätes beträgt trotz der relativ hohen Ausgangsleistung (4 Watt) nur 27 Watt.



Chassisansicht mit Drucktastenaggregat

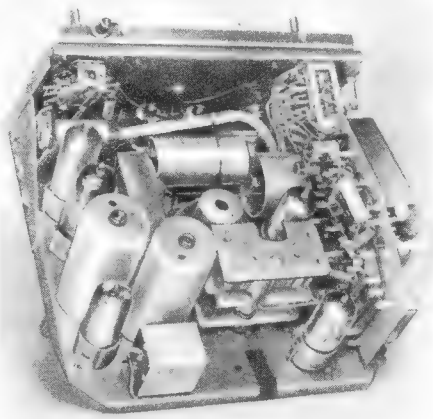
Zum Bedienungskomfort gehört außer einem Schalter für die Skalenbeleuchtung ein mit dem Abstimmknopf kombinierter Empfindlichkeitsschalter. Wenn bei der Senderauswahl oder bei der Fahrt durch Gegenden mit starken Störungen (Stadtgebiete) die Empfindlichkeit verringert werden soll, kann durch Herausziehen des Abstimmknopfes in der Katodenleitung der Mischröhre ein Widerstand eingeschaltet werden.

Entstörung

Der Autosuper II D 51 M ist in seinem mechanischen und elektrischen Aufbau so sorgfältig ausgeführt und ausreichend abgeschirmt, daß sich die Wagenentstörung mit einfachen Mitteln vornehmen läßt. Das Entstörungsmaterial wird zu jedem Empfänger geliefert. Wenn die Stabantenne an richtiger Stelle eingebaut ist, sind selbst beim Empfang schwach einfallender Stationen keine Zündstörungen hörbar. Diese Tatsache hat für KW-Empfang besondere Bedeutung, wenn Sender aus größerer Entfernung aufgenommen werden sollen.

Bei verschiedenen Versuchsfahrten im süddeutschen Raum konnten bei Tag über 30 verschiedene Sender einwandfrei ohne Störgeräusch empfangen werden. Zur Nachtzeit stehen alle interessierenden europäischen Stationen und auch mancher Sender aus Übersee zur Auswahl.

W. W. D.



Rechts: Die Chassisansicht (ohne Drucktastenaggregat) zeigt im Vordergrund den Spezial-Drehkondensator mit verschieden großen Plattenpaketen. Das Spulenaggregat (rechts) ist neben der Mischröhre vertikal eingebaut. An der Frontseite befindet sich der zugehörige Wellenschalter

Technische Daten

Empfindlichkeit: etwa 1...3 µV für 50 mW Ausgangsleistung

Zf-Trennschärfe: 1 : 15 für 8 kHz Bandbreite, 1 : 60 für 4 kHz Bandbreite

Eigenschaften: 6 Kreise, 5 Röhren (+ Trokkengleichrichter); Zweifach-Drehkondensator; abgestimmte Hf-Vorstufe, aperiodischer Zwischenkreis (Zf-Saugkreis), Oszillatorkreis, zwei je zweikreisige Zf-Bandfilter, davon das erste mit umschaltbarer Bandbreite; Schwundregelung auf Hf-Röhre, Mischröhre und Zf-Röhre wirksam; Drucktastenabstimmung für vier MW-Stationen nach dem Variometerprinzip; Treiberstufe, Phasenumkehrstufe, Gegentaktendverstärker mit 4 Watt Ausgangsleistung; Lautstärkeregler, mit Einschalter kombiniert; dreistufiger Qualitätsschalter für Musikübertragung, Sprachwiedergabe und Selektion; Empfindlichkeitsschalter (Zug - Druck - Schalter) mit Abstimmung kombiniert; Schalter für Skalenbeleuchtung; getrennter permanentdynamischer Lautsprecher (Membrandurchmesser 175 mm); getrennter Stromversorgungsteil; Anschlußmöglichkeit für zweiten Lautsprecher

Röhrenbestückung: EAF 42, ECH 42, EAF 42, 2 × ECL 113, Trockengleichrichter AEG 250 B 100

Zwischenfrequenz: 472 kHz

Wellenbereiche: 25...31,9 m (12...9,4 MHz), 40,5...51,7 m (7,4...5,8 MHz), 185...338 m (1620 bis 889 kHz), 323...589 m (930...501 kHz), 1090...1975 m (275...152 kHz)

Skalenlämpchen: 6 V, 0,6 W

Leistungsaufnahme: 27 Watt

Batteriespannung: 6 oder 12 Volt

Einbaumaße: Stahlblechgehäuse ohne Bedienungsteil: 205 mm breit, 134 mm hoch, 235 mm tief

Preis: 488.— DM ohne Entstörungsmaterial und Antenne

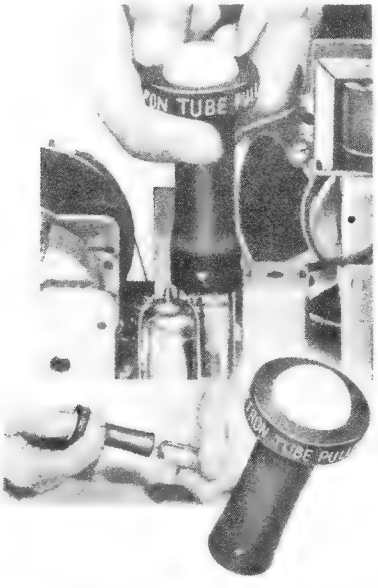
Hersteller: Telefunken GmbH, Hannover

[1]) Das ausführliche Schaltbild dieses Gerätes wird in der Ingenieur-Ausgabe des Heftes 12 erscheinen.

FUNKSCHAU - Auslandsberichte

Röhrenzieher für Miniaturröhren

Ein praktischer Röhrenzieher für Miniaturröhren wurde von der amerikanischen Firma Hytron auf den Markt gebracht. Er besteht aus Weichgummi (siehe **Bild**) und ermöglicht es, durch einfachen Druck auf seine weiße Kappe die gezogene Röhre mühelos zu trennen. Auch zum Einsetzen von Röhren an schwer zugänglichen Stellen ist dieses Hilfsmittel nützlich. Zu diesem Zweck trägt der Röhrenzieher eine Marke, die man in Übereinstimmung mit der Führungsnase der Röhre bringt und die beim Einsetzen in die Fassung die richtige Röhrenstellung anzeigt.



Der neue Hytron-Röhrenzieher für Miniaturröhren

Die gleiche Firma stellt u. a. auch Stift-Strecker für Miniaturröhren mit 7- und 9-stiftiger Sockelung her. Sie bestehen aus runden Scheiben mit sockelgetreu angeordneten konischen Löchern. Durch einfaches Einstecken der Röhre werden verbogene Sockelstifte ohne Gefährdung der Röhre wieder gerichtet.

(Electronics, Februar 1951, Seite 145.) hgm

Amerikanische Röhrenfertigung

Eine vierseitige Anzeige für Tung Sol-Röhren läßt interessante Einblicke in die amerikanische Röhrenfertigung zu, da sie an Hand von 69 kleinen Lichtbildern die zur Einhaltung der engen mechanischen und elektrischen Toleranzen notwendigen Prüfungen und Messungen verfolgt. Diese vielfältigen Kontrollen beginnen schon bei dem Gas, das zur Erhitzung der Glasteile gebraucht wird und das u. a. weitgehend frei von Schwefel sein muß. Auch die zur Reinigung der Gläser verwendeten Lösungen werden auf ihre Reinheit geprüft. Feinste Drähte werden mit Mikroskopen und elektronischen Anordnungen gemessen und ihre Dehnungs- und Biegeeigenschaften laufend überwacht. Neben anderen aus der deutschen Röhrenfertigung her allgemein bekannten[1]) Prüfgängen werden auch die karbonisierten Nickelanoden chemisch auf etwaige Verunreinigungen und die verwendeten Metalle durch quantitative Analysen auf ihre Zusammensetzung laufend kontrolliert. Besonders kritisch sind die Preßteller, deren Verschmelzungen mikroskopisch geprüft werden. Durch Betrachtung in polarisiertem Licht ist ferner eine Prüfung auf Spannungsfreiheit möglich.

Die eingeschmolzenen Röhrensysteme werden dann einer Überschlagsprüfung mit Hochspannung und einer Temperaturwechselfestigkeits-Kontrolle durch Eintauchen in kochendes Wasser unterzogen. Nach einem weiteren 18stündigen Bad in heißem Wasser unterwirft man die Röhren einer Torsionsprüfung. Interessant ist auch eine Dauerprüfung, bei der man die Röhren laufend hintereinander aus- und einschaltet.

Während der nun folgenden 500stündigen Lebensdauerprüfung werden die Röhren von Zeit zu Zeit zur Messung ihrer Daten entnommen. Röhren, die in ortsbeweglichen Anlagen und transportablen Geräten verwendet werden sollen, müssen noch eine Schüttelprüfung und die Kontrolle auf Gitteremission durchmachen.

Eine Hauptsignaltafel registriert alle Ausfälle und läßt das Band anhalten, wenn sie eine gewisse Höhe überschreiten. hgm

(Electronics, März 1951, S. 24.)

[1]) Siehe Radio-Praktiker-Bücherei Bd. 18/19, Franzis-Verlag, München.

Moderne Farbfernsehsysteme

A. V. Loughren und C. J. Hirsch geben auf Grund eingehender Untersuchungen in den Hazeltine-Laboratorien einen Überblick über moderne Farbfernsehsysteme, ohne jedoch auf Verfahren zur Zerlegung in Farbkomponenten einzugehen. Als Ergebnis der sehr interessanten und durch Zahlenmaterial belegten Ausführungen ist festzuhalten, daß farbiges Fernsehen nur 5 bis 50 % mehr Modulationsinhalt (information) benötigt als einfarbiges. Die beim Farbfernsehen theoretisch erforderliche effektive Bandbreite von 12 MHz kann durch das System der gemischten Höhen (mixed highs) auf 8 MHz herabgesetzt werden. Dieses Verfahren beruht physiologisch auf der Tatsache, daß das Auge in kleinen Bereichen farbunempfindlich bzw. für Änderungen der Färbung und der Sättigung weniger als für die der Helligkeit empfindlich ist. Technisch beruht das Verfahren auf dem Prinzip, getrennte Farbwerte nur bis zu einer bestimmten Grenzfrequenz (zwischen 0,1 und 2 MHz) auch getrennt zu übertragen und für die Feinheiten des Farbbildes gemeinsam die oberen Frequenzen bis 4 MHz zu verwenden. Läßt man gewisse Qualitätsverluste zu, so kann die Bandbreite bis auf 6 oder 5 MHz eingeengt werden. Eine weitere Bandbeschränkung auf 4 MHz ermöglicht die Kombination dieses Systems mit dem Verfahren der Bandaufteilung (band-sharing technique), dessen Wirkungsweise auf einer besseren Ausnutzung der verfügbaren Bandbreite (zwischen den Seitenband-Frequenzgruppen) beruht. Die Vorteile dieser kombinierten Technik lassen alle anderen bisher bekannten Verfahren für die Zukunft uninteressant werden.

(Electronics, Februar 1951, Seite 92.) hgm

Neueste Entwicklungen der Ultraschalltechnik

In den letzten Jahren wurden Ultraschallquellen mit akustischen Ausgangsleistungen von 50 Watt/cm² gebaut und ihre Schallstrahlen so konzentriert, daß sich Intensitäten von einigen tausend Watt/cm² ergaben. Damit ist es gelungen, Ultraschallwellen noch vielseitiger als bisher anzuwenden. (Im Gegensatz zu den deutschen Verhältnissen dominieren in den USA die industriellen Anwendungen, während medizinische Erfahrungen dort kaum vorliegen. Anm. d. Ref.) Nach der hier vorliegenden Veröffentlichung zu urteilen, stehen nach wie vor piezoelektrische Schallgeber, z. T. mit erheblichen elektrischen Leistungen, im Vordergrund. Bei den Quarzhalterungen wird das (dem Deutschen Joh. Gruetzmacher patentierte) Luftpolster auf der Quarzrückseite zur Energiegewinnung durch Totalreflexion an der nicht schallabstrahlenden Quarzfläche (allerdings ohne jeden Hinweis auf seinen Ursprung) verwendet.

Ein Teil der hier beschriebenen, bei uns längst bekannten Experimente und Versuchsanordnungen ist wohl auf Parallelentwicklungen in Unkenntnis der deutschen Literatur zurückzuführen, während andere Verfahren englische Wissenschaftler zuerst angeben konnten. Auch die Brechung von Lichtwellen durch Ultraschall und die von den Bell-Laboratories aufgenommenen optischen Ultraschalleffekte stellen ebenso wie die Verwendung von Ultraschallzellen beim Scophony-Fernsehverfahren für uns keine Neuigkeiten dar. Dagegen ist der Gebrauch einer Ultraschallzelle zur Lichtmodulation in einem von der Yale-Universität entwickelten Nachrichtengerät neu. Ein 6-V/40-Watt-Zerhacker speist Sender und Empfänger der tragbaren Stationen. Der Sender besteht aus einer 6-Volt-Lampe mit bandförmigem Glühfaden. Sie sitzt zusammen mit einer achromatischen Linse in einer Ultraschallzelle, deren Quarz ein Hf-Generator (ECO-Oszillator und Verstärkerstufe) mit 1 Watt Hf-Leistung auf 7 MHz erregt. Dabei wird die Verstärkerstufe durch die Röhre 6 V 6 GT (Modulationsgrad 25 %) vom Mikrofon moduliert. Der Empfänger besteht aus einer Fotozelle mit vorgeschalteter Sammellinse und nachfolgender dreistufiger Nf-Verstärkung. Dieses Gerät ermöglicht mit vorgeschalteten Infrarotfiltern eine geheime Nachrichtenübertragung auf etwa 3 km bei Tage und 5 km bei Nacht.

(Electronics, März 1951, S. 82.) hgm

Drahtlose Dauerunterschung amerikanischer Patienten

Die Holter Research Foundation, Helena, Mont., hat eine kleine Anlage entwickelt, die erfolgreiche Anwendung in der Medizin verspricht. Der Patient erhält einen kleinen Taschensender, der laufend die Gehirnwellen und das Elektrokardiogramm seines Trägers aussendet. Der zugehörige Empfänger gibt über einen Oszillografen die gemessenen Werte wieder, so daß jetzt Nerven- und Herzspezialisten die Möglichkeit haben, ihre Patienten während der üblichen Tagesbeschäftigung und ohne Beeinträchtigung der beruflichen Tätigkeit laufend zu untersuchen, während die bisherigen ambulanten oder klinischen Untersuchungen wegen der erzwungenen Ruhe oder der Befangenheit des Patienten oft ein falsches Bild ergaben.

(Popular Science, März 1951, Seite 139.) hgm

Turmsockel für den Selbstbau

Eine Neuheit, die besonders für Selbstbauzwecke geeignet ist, stellen sogenannte „Turmsockel" dar, die 4polig, 8polig und mit Miniaturfassungen hergestellt werden. An einem mit der Röhrenfassung verbundenen Bakeliterohr sind Lötösen angebracht, die eine unmittelbare Verdrahtung von Schaltelementen mit dem Röhrensockel erlauben, so daß eine Schalteinheit entsteht. Die Abbildung zeigt links eine vollständige widerstandsgekoppelte Verstärkerstufe, während rechts ein kompletter Oszillatorteil mit Röhre zu sehen ist. Die Oszillatorspule wird direkt auf den Bakelitekörper gewickelt.

(Radio Amateur, Febr. 1951) Ma.

Ansicht einer Nf-Vorverstärker- und einer Oszillatoreinheit

Subminiaturröhren

Aus England wird über die Entwicklung zweier neuer Subminiatur - Röhren DF 66 (Spannungsverstärker-Pentode) und DL 66 (Endpentode) berichtet. Diese Röhren sollen vor allem die Konstruktion eines Schwerhörigengerätes ermöglichen, das weniger als 140 g wiegt. Der Heizstrom beträgt nur 15 mA, so daß die Batterie je nach Einstellung des Gerätes 40 bis 60 Stunden in Betrieb sein kann, ehe eine Auswechslung notwendig wird. Herstellerin der Röhren ist die Firma Mullard, Electronic Products, Ltd.

(Time, Januar 1951) Ma.

Subminiaturrelais

Die Firma „Potto und Brumfield" stellte vor längerer Zeit vier verschiedene Mikroschalter her. Für einen dieser Schaltertypen gelang jetzt der „Telegraph and Relais Corp." die Konstruktion eines Relais, das einschließlich der Kontakte nur 50 × 38 × 17 mm groß ist. Seine Schaltleistung beträgt bei 60periodigem Wechselstrom und rein ohmscher Belastung 5 Ampere/115 Volt und bei Gleichstrom 3 Ampere/24 Volt. Die maximale Überbelastung beträgt für eine halbe Sekunde 12 Ampere.

(Radio and Television News, Januar 1951.) Ma.

Anzeigeröhre für radioaktive Teilchen

In der Röhrenabteilung der RCA wurde eine Vervielfältiger-Foto-Röhre, Typ 5819, konstruiert, die imstande ist, radioaktive Teilchen anzuzeigen, deren Anschlagsdauer weniger als eine Hundertmillionstel Sekunde beträgt. Diese Fähigkeit übertrifft bei weitem die Möglichkeiten des bisher gebräuchlichen Geigergerätes, das als klassisches Instrument für die Entdeckung und Vermessung der Atom- und Kernstrahlung benutzt wird. Das neue Instrument trägt die Bezeichnung „Scintillation Counter" (Funkelgerät) und besteht in der Hauptsache aus einem „Fotoröhren-Auge" und einem schwingenden Schirm oder einem Phosphor-Kristall. Wenn das Instrument zu strahlen beginnt, stoßen die radioaktiven Teile auf den empfindlichen Schirm und erzeugen Lichtreflexe. Das Aufleuchten eines jeden Strahles wird von der Fotoröhre aufgenommen und in ein elektrisches Signal übertragen. Dieses Signal wird dann mit Hilfe eines anderen Gerätes registriert, das die Anwesenheit und die Größe der Radioaktivität in dem gemessenen Gebiet anzeigt. Ma.

Quelle: „Radio and Television News", September 1950.

Verlustarmer Kondensator

Ein neuer Kondensator, den die Firma Vitramon herstellt, besitzt einen glasartig keramischen Schmelzmantel und ein verlustarmes Dielektrikum. Er wird in Werten von 68 pF bis 1000 pF (Prüfspannung 500 Volt) gefertigt und zeigt eine außergewöhnlich gute Temperaturcharakteristik. Wie die Firma mitteilt, gewährleisten die Eigentümlichkeit des Materials und die kleinen Abmessungen geringe Verluste für alle Frequenzen bei Temperaturen von —55° C...200° C. Ma.

Quelle: „Newsweek", November 1950.

Winzige Batterie

Eine Zwergbatterie, die sehr preiswert ist und den Namen „Silvercel" trägt, wird von der Firma Yardney Electric herausgebracht. Sie wiegt etwa 30 g, ist nur 15 cm³ groß und kann 5 A in 20 Minuten Dauerbetrieb liefern, während sie in Abständen bis zu 30 A abzugeben vermag. Diese neue Batterie ist sehr dauerhaft, stoßfest und vollständig frei von ätzendem Geruch. Ma.

Quelle: „Radio and Television News", November 1950.

Silikon, ein neuer Werkstoff

In Zusammenarbeit mit der „Dow Chemical Company" schuf die „General Electric" einen neuen Kunststoff, der die Bezeichnung Silikon trägt. Die Grundstoffe sind Petroleum, Siliziumsalzlösung und gewöhnlicher Sand. Der neue Stoff kommt in allen möglichen Formen, vom flüchtigen Gas bis zur festen steinharten Substanz, vor. Er kann eine wasserähnliche Flüssigkeit sein, ein dickes Öl oder ein schmiegsamer Gummi, und in jeder Form besitzt er wesentliche Vorzüge. Auch Dampfimprägnierung von Papier, Stoffen usw. ist möglich. Viele Flugzeuge sind mit dieser Dampfimprägnierung versehen worden, um den Ausfall der drahtlosen Verbindung zu verhindern. Gerät nämlich ein Flugzeug in eine Regenwolke, so saugen die Porzellanisolierungen der Funkanlage oft Feuchtigkeit auf; dadurch werden die Polklemmen kurzgeschlossen und die Funkanlage setzt aus.

(Readers Digest, Januar 1951.) Ma.

Reinigungsflüssigkeit für Schallplatten

Die chemische Abteilung der „Minesota Electronics Corporation" hat eine Flüssigkeit unter dem Namen „Record-Life" entwickelt, die die Oberfläche, vor allem aber die Tonrillen, von festem Staub, Ölen und Fetten reinigen will, wodurch die Lebensdauer der Platte verlängert wird.

Die Flüssigkeit enthält weder Wachs, Alkohol noch ähnliche Lösungsmittel und ist vollkommen frei von hygroskopischer Wirkung, so daß keine klebrigen oder harte Ablagerungen in den Tonrillen entstehen. Mit der Flüssigkeit wird ein Schaumgummiwischer zum Auftragen geliefert.

(Radio and Television News, Februar 1951.) Ma.

Mikrofon- und Kopfhörerprüfung

Radiotechniker der „United Air Lines" haben ein neues Verfahren zur Prüfung von Kopfhörern und Mikrofonen entwickelt, das auf der Verwendung eines „künstlichen Ohres" und einer „künstlichen Stimme" beruht. Das zu prüfende Objekt wird von einem Oszillator gespeist, der alle Frequenzen des Sprachfrequenzspektrums erzeugt. Die vom Kopfhörer oder vom Mikrofon aufgenommenen Töne werden auf dem Bildschirm einer Katodenstrahlröhre sichtbar gemacht, wo sie auch mit einer auf dem Schirm vorgezeichneten Kurve verglichen werden können.

(Radio and Television News, Februar 1951.) Ma.

Vorschläge für die WERKSTATTPRAXIS

Montage von gefalteten Dipolen

In der letzten Zeit ist verschiedentlich in Verbraucherkreisen die Frage aufgetaucht, ob die Stellung der Ebene, die von einem Faltdipol eingeschlossen wird, für die erreichbare Klemmenspannung von Bedeutung ist. Es wird manchmal die Ansicht vertreten, daß die senkrechte Lage dieser Ebene besser sei als eine waagerechte Orientierung.

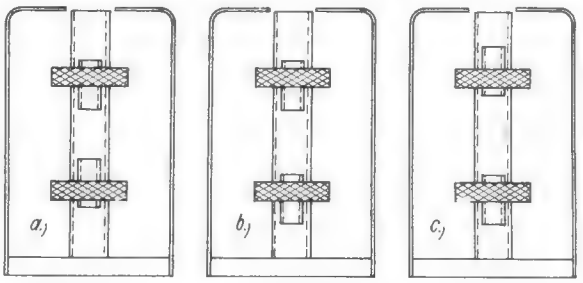
Im Hinblick auf die Tatsache, daß der Abstand der beiden Leiter, die die erwähnte Fläche umschließen, klein gegenüber der in Betracht kommenden Wellenlänge ist, muß man schon theoretisch eine gleichgroße Antennenspannung in beiden Fällen erwarten. Diese Vorhersage läßt sich auch ohne weiteres durch praktische Versuche bestätigen. Ein Verdrehen der Antenne hat nicht den geringsten Einfluß auf die Höhe der erzielbaren Ausgangsspannung. Fabrikate, die hinsichtlich Orientierung der von den Leitern umschlossenen Fläche Unterschiede zeigen, sind also als durchaus gleichwertig zu betrachten. H. Richter

Abgleich und Trennschärfe

Der Radiopraktiker muß gelegentlich feststellen, daß die Trennschärfe eines Superhets trotz genauem und sorgfältigem Abgleichens nicht den Anforderungen entspricht. Dies ist häufig auf die Zf-Bandfilter zurückzuführen, wenn es sich um Kreuzwickelspulen handelt, die man auf einem gemeinsamen, senkrecht stehenden Spulenrohr in festem Abstand zueinander angeordnet hat. Das Rohr besitzt ein Innengewinde zur Führung und Einstellung der mit gleichem Außengewinde versehenen Hf-Eisenkerne. Jede Kreuzwickelspule weist zwei Maxima für die Resonanzinduktivität eines Schwingkreises auf, die man mit dem bekannten Scheinmaximum nicht verwechseln darf. Das eine Maximum wird erreicht, wenn der Kern auf der einen Seite weiter aus der Spule herausragt. Das andere Maximum ergibt sich, wenn der Kern auf der anderen Seite weiter außerhalb der Spule steht. Bei einem derart aufgebauten Zf-Bandfilter sind daher vier verschiedene Resonanz-Abgleichungen möglich. Der Abgleich ist jedesmal richtig, doch unterscheidet sich in jedem Falle die Stellung der beiden Kerne zueinander. Der gegenseitige Abstand der Zf-Eisenkerne beeinflußt den Kopplungsgrad des Bandfilters ebenso wie die erzielbare Trennschärfe. Es sind drei verschiedene Kopplungsgrade möglich.

Bei der ungünstigsten Resonanzstellung **(Bild a)** ist die Kopplung am festesten (meist überkritisch) und die Trennschärfe am schlechtesten. In diesem Fall sind die Kerne jeweils nach innen eingedreht. Losere Kopplung (kritisch) entsteht, wenn nur einer der beiden Kerne nach innen steht (in **Bild b** der obere Kern) und bei Resonanz der andere Kern nach außen ragt. In dieser Stellung erreicht die Trennschärfe einen höheren Wert. Höchste Trennschärfe kann bei losester Kopplung (unterkritisch) erzielt werden, wenn beide Kerne nach außen gedreht sind und größten gegenseitigen Abstand aufweisen **(Bild c)**.

Wer diese Ausführungen beachtet, wird stets eine den Erfordernissen entsprechende Trennschärfe erzielen können. Es ist ferner leicht möglich, ältere Superhets mit einer Zf-Bandbreite von 9 kHz durch andere Kerneinstellung auf geringere Bandbreiten umzustellen. -ner



Lage und gegenseitiger Abstand der Hf-Eisenkerne bei überkritischer, kritischer und unterkritischer Kopplung

Schlechte Leistung älterer Superhetgeräte

An Superhetgeräten älterer Baujahre mit Eingangsbandfilter zeigen sich oft zunächst unerklärliche Leistungsminderungen, die offensichtlich durch das Eingangsbandfilter hervorgerufen werden. Die Nachprüfung aller Kondensatoren der in fast allen Fällen kapazitiven Fußpunktkopplungen dieser Filter ergibt in der Regel deren einwandfreie Beschaffenheit. Die Nachprüfung der Kreisgüte zeigt jedoch eine erhebliche Verschlechterung des ersten oder des zweiten Kreises. Damit wird das Verhältnis k/d so klein, daß die Kopplungen weit unterkritisch sind. Eine wirksame Abhilfe kann im allgemeinen nur durch Neuwickeln der Spule bzw. durch deren Ersatz geschaffen werden.

Der unglückliche Spulenaufbau dieser Geräte würde jedoch eine solche Reparatur so teuer stellen, daß die meisten Kunden in Anbetracht des hohen Alters ihres Gerätes davon Abstand nehmen. Ein anderer Weg, der eine wirksame Verbesserung bringt, kann deshalb beschritten werden, weil bei diesen Geräten die Zf-Trennschärfe so groß

ist, daß eine Verschlechterung der Trennschärfe im Vorkreis praktisch tragbar erscheint. Das Verkleinern des meist 20 000 pF großen Kopplungskondensators auf 5 000 pF bringt infolge der Erhöhung des Verhältnisses k/d etwa die alte Empfindlichkeit.

Ing. H. Arnoldt

„Grüß Gott, Herr Funk!"

„Guten Abend, Herr Schau! Guten Abend, Fräulein Rimlöckchen! So vergnügt und festlich heute? Sie haben wohl bei der Münchner Illustrierten eine Bodensee-Reise gewonnen?"

„Eingeschickt haben wir schon, aber der Gewinn — toi, toi, toi — ist erst in zwei Wochen fällig. Halten Sie uns den Daumen."

„Und wo haben Sie heute Ihren Radiokoffer erklingen lassen, mein lieber Schau?"

„Das will ich Ihnen erzählen. Wir kommen kennliniengerade vom Odeonsplatz, wissen Sie, genau gegenüber vom Café Annast. Da hat die FUNKSCHAU ein neues Heim bezogen. Redaktion, Verlag, Vertrieb und Anzeigenverwaltung, alles in einem Haus."

„Und natürlich das Labor?"

„Selbstverständlich, Herr Funk, auch das Labor hat hier eine Filiale aufgemacht. Da wird entworfen, entwickelt, untersucht und probiert, und wenn Sie was wissen wollen, brauchen Sie nicht erst lange zu schreiben. Ein Sprung mit dem Lift in die zweite Etage Odeonsplatz 2, und vom Om Kühne können Sie erfahren, wo Ihre Breitband-Lissi der Schuh drückt."

„Das ist ja großartig, besonders wo das Hofgarten-Café so nah liegt und sich die Schmankerln als Spesen verbuchen lassen!"

„Außerdem bekommen Sie hier nicht nur die neuesten Nummern der Radio-Praktiker-Bücherei, sondern Sie können auch in alten FUNKSCHAU-Heften schmökern, und wenn Sie Glück haben, können Sie sie sogar kaufen. Ein Flor junger Damen wartet brennend darauf, Ihnen das Ohmsche Gesetz zu erklären."

„Sie Schäker. Dann ist wohl Fräulein Rimlöckchen im Café Annast geblieben?"

„Wo denken Sie hin! Von ihr habe ich ja erst erfahren, daß hinter den frisch geputzten Fenstern in der zweiten Etage der Franzis-Verlag wohnt. Eine Antenne habe ich allerdings vergeblich gesucht, die Leute dort scheinen mit der Uhrkette Radio zu hören."

„Warum so altmodisch! Natürlich transponieren sie auf Deziwellen und empfangen mit der Germanium-Diode im Füllhalter. Aber ihre Literatur ist in Ordnung, selbst meine Lehrlinge sind begeistert, und ich habe Bastlerkunden, die von der RPB jede Nummer haben wollen."

„Nun denn, mein lieber Funk, merken Sie sich die Adresse: München 22, Odeonsplatz 2. Alle Freunde der FUNKSCHAU und des Franzis-Verlages sind herzlichst eingeladen, einmal einen Blick in die neuen Räume zu tun. Wer von auswärts kommt, ist besonders willkommen. Bei den FUNKSCHAU-Leuten gibt es immer Interessantes zu sehen und zu erfahren."

„Dann auf Wiedersehen Odeonsplatz 2, lieber Herr Schau. Meine Verehrung, Fräulein Rimlöckchen!"

„Auf Wiedersehen im Franzis-Verlag, Herr Funk!"

Selbstbau einer Lötpistole

Um einen Lötkolben stets betriebsbereit zu halten, ist es notwendig, ihn ständig eingeschaltet zu lassen. Da der Lötkolben auch in den Lötpausen Strom verbraucht, andererseits Kupferspitze und Heizpatrone dem Verschleiß unterliegen, erweist es sich für kurze Lötarbeiten als zweckmäßiger, die Lötpistole zu benutzen. Für den Selbstbau soll in den folgenden Ausführungen eine praktische Lötpistole beschrieben werden, die in den Ruhepausen ausgeschaltet wird und nur im Bedarfsfalle eingeschaltet werden muß. Unmittelbar nach dem Einschalten erreicht die Lötspitze einen genügenden Hitzegrad.

Für die Selbstanfertigung werden folgende Einzelteile benötigt:

1 Ausgangsübertrager,
1 Kupferblech, 2 mm stark
1 Stück Silberstahl, 5 cm lang, 1,2 mm Durchmesser,
1 Stück Bronzeblech, 1 mm stark
2 Messingstangen, je 8 cm lang, 8 mm Durchmesser,
1 alte Abschirmhaube (Spulenbecher),
1 Netzkabel mit Stecker.

Wir wickeln vom Ausgangsübertrager zunächst die Sekundärwicklung ab und schneiden aus 2 mm starkem Kupferblech einen Streifen nach **Bild 1** zurecht, dessen mittlere

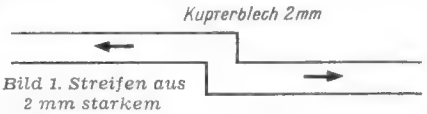


Bild 1. Streifen aus 2 mm starkem Kupferblech

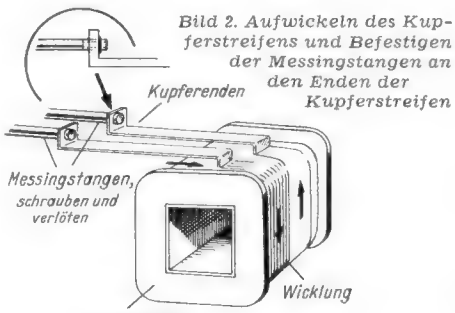


Bild 2. Aufwickeln des Kupferstreifens und Befestigen der Messingstangen an den Enden der Kupferstreifen

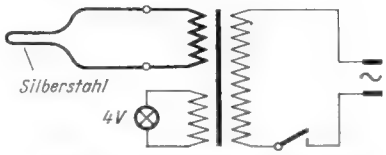


Bild 3. Schaltung der Lötpistole

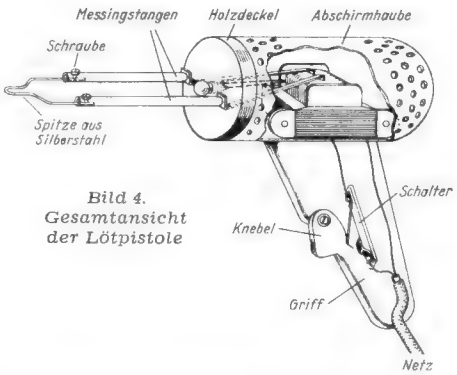


Bild 4. Gesamtansicht der Lötpistole

Breite der Breite des Ausgangstransformators entsprechen muß. Diesen Streifen glüht man bis zur Weißglut aus und taucht ihn sofort in Wasser. Er biegt sich jetzt sehr leicht und erhält erst nach etwa einer Stunde seine ursprüngliche Festigkeit wieder.

Auf den Ausgangstransformator werden jetzt einige Windungen aufgewickelt, die die Betriebsspannung für das Beleuchtungslämpchen von 4 oder 6,3 V zu liefern haben. Für den geringen Strom genügt eine Drahtstärke von 0,25 mm Durchmesser. Nach Aufbringen einer Isolierlage wickelt man jetzt den 2 mm starken Kupferstreifen derart auf, daß die mittlere Breite in der Mitte angelegt wird, während der eine Schenkel zweimal rechts und der andere Schenkel zweimal links herum zu wickeln ist. Es handelt sich also um insgesamt vier Windungen. Nach jeder Wicklung muß ein Isolierstreifen eingelegt werden. In die rechtwinklig umgebogenen Enden der Wicklung sind 5-mm-Gewindelöcher zu bohren. Nachdem man an einem Ende der beiden Messingstangen ein etwa 10 mm tiefes Loch (Durchmesser etwa 4 mm) gebohrt und am anderen Ende jeweils ein kurzes Gewinde von 5 mm Länge geschnitten hat, schraubt man die Messingstangen in die Gewindelöcher der Kupfer-Wicklungsenden ein und verlötet sie gut (**Bild 2**).

Die ganze Vorrichtung findet nun in einem mit Luftlöchern ausgestatteten Abschirmgehäuse Platz. Den Abschluß der Abschirmhaube bilden zwei Holzscheiben (etwa 15 mm stark). Das Beleuchtungslämpchen befindet sich zwischen den beiden Messingstangen und leuchtet beim Einschalten der Lötpistole auf. An den vorderen Enden der Messingstangen läßt sich das als Lötspitze dienende, entsprechend gebogene Silberstahlstück leicht festschrauben. Den Pistolengriff fertigt man aus Holz; er besteht aus zwei Teilen. Der leicht selbst herzustellende Schalter wird in den Holzgriff eingebaut (**Bild 4**).

Ing. H. Olesch

Instandsetzen defekter Bleiakkumulatoren

Es ist bekannt, daß Bleiakkumulatoren guter Pflege bedürfen. Dennoch kommt es häufig vor, daß solche Akkumulatoren durch Austrocknen unbrauchbar werden. In den meisten Fällen kann man sich folgendermaßen helfen:

Durch das lange Trockenstehen bildet sich auf den Platten eine Sulfatschicht (die Platten sind „sulfatisiert"), so daß es schwierig erscheint, solche Akkumulatoren wieder einsatzfähig zu machen. Eine „Wasserladung" führt jedoch auch hier zum Erfolg. Der Akkumulator ist mit destilliertem Wasser zu füllen und vorsichtig mit niedrigem Strom zu laden. Im Laufe der Ladung tritt meistens eine Rückbildung der Sulfatschicht ein. Das destillierte Wasser reichert sich dagegen wieder zu Schwefelsäure an. Die Dichte der entstehenden Säure ist mit einem Säureprüfer genauestens zu kontrollieren; es kommt dabei oft vor, daß die Dichte den vorgeschriebenen Wert überschreitet. In diesem Fall muß Flüssigkeit abgenommen und die Schwefelsäure durch Hinzufügen von destilliertem Wasser endgültig auf den richtigen Wert gebracht werden.

Ing. H. Ullrich

Ein altes, fast vergessenes Hilfsmittel

Die Fertigungsingenieure nehmen bei ihren Konstruktionen mitunter wenig Rücksicht auf spätere Reparaturen. Mag es bei der laufenden Produktion durchaus keine Schwierigkeiten bereiten, ein Teil nach dem anderen einzubauen, so steht der Instandsetzer doch oft vor einer fast unlösbaren Aufgabe, an ein bestimmtes Einzelteil heranzukommen, ohne erst umfangreiche Ausbauten vornehmen zu müssen. Mit der Zeit sammelt sich ein ganzes Instrumentarium an, um verzwickten Fällen beikommen zu können. Dazu gehört u. a. ein Schraubenzieher, der gleichzeitig die Schraube so festhält, daß man sie an versteckte Ecken heranbringen kann. Doch für einen Sonderfall war dieser Spezialschraubenzieher zu kurz. Hilfe brachte ein schon fast vergessenes Mittel. Wenn man über die Klinge eines langen Schraubenziehers etwas Isolierband klebt, wird die Schraube ausreichend festgehalten, ohne bei unvorsichtigen Bewegungen herunterzufallen.

L. Fronja

Vorsicht mit keramischen Trimmern

Keramische Trimmer werden so ausgeführt, daß beide Belege als dünner Silberniederschlag auf die Keramikplatten aufgedampft sind. Die Schlitzschraube der beweglichen Platte ist dabei mit dem Silberbelag verlötet. Diese Lötstelle gibt sehr oft Anlaß zu Störungen. Da sie bei Betätigung des Trimmers einer erheblichen mechanischen Belastung ausgesetzt ist, kommt es vor, daß das Lötzinn sich von der Silberschicht löst, womit der Trimmer seine Kapazität verliert. Befindet sich ein schadhafter Trimmer im Vorkreis oder in den Zwischenfrequenzkreisen, so tritt eine erhebliche Leistungsminderung auf, während ein Trimmerdefekt im Oszillatorkreis zu einer oft sprunghaft auftretenden Verschiebung der Skaleneichung führt. Es sei noch bemerkt, daß beim Nachlöten große Vorsicht geboten ist. Bei zu großer Hitze verdampft das dünne Silberhäutchen vollständig. Es empfiehlt sich daher, schadhafte Trimmer stets auszuwechseln.

E. Nieder

Lembeck-Reisesuper „Kamerad"

Unter den in letzter Zeit herausgekommenen Reiseempfängern bietet der 6-Kreis-5-Röhrensuper „Kamerad" eine Reihe von Annehmlichkeiten. Er erscheint in einem eleganten Koffer, der vorn seitlich zwei Reißverschlüsse besitzt, die die Vorderseite leicht zu öffnen oder zu schließen gestatten. In geschlossenem Zustand unterscheidet sich der Reiseempfänger kaum von einem Lederköfferchen.

Als 6-Kreissuper mit den Röhren DF 91, DK 91, DF 91, DAF 91 und DL 92 verwendet das Gerät eine abgestimmte Vorstufe und einen aperiodischen Zwischenkreis. Neben MW- und LW-Bereich sind zwei KW-Bänder 20...40 m und 37...52 m vorgesehen. Der Zf-Verstärker mit der Röhre DF 91 benutzt eingangs- und ausgangsseitig je ein zweikreisiges Zf-Bandfilter. Ein zweistufiger Nf-Teil mit Gegenkopplung, stetig veränderlichem Klangregler und permanent-dynamischem 3-Watt-Lautsprecher sorgt für gute Klangqualität. Da eine Rahmenantenne eingebaut ist und die Bereichumschaltung automatisch geschieht, gestaltet sich die Bedienung sehr einfach. Die zwei an der Frontseite angebrachten Bedienungsknöpfe erfüllen fünf Funktionen. Bei KW-Empfang soll die mitgelieferte Wurfantenne benutzt werden, für deren Anschluß eine besondere Buchse vorgesehen ist.

Der 6-Kreis-5-Röhrensuper Lembeck-„Kamerad" gehört in die Reihe der Vorstufensuperhets

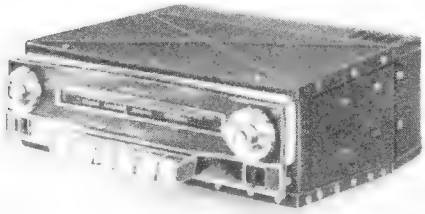
Wie alle neuzeitlichen Reiseempfänger ist der „Kamerad" für Universalbetrieb eingerichtet. Die Umschaltung von Batterie- auf Netzbetrieb und umgekehrt nimmt ein Schiebeschalter vor, der sich an der Rückseite des Chassis befindet. Der Batteriesatz besteht aus einer 9-Volt-Heiz- und aus einer 110-Volt-Anodenbatterie, die eine Lebensdauer von etwa 150 Betriebsstunden aufweisen. Für den Reisesuper kann zusätzlich ein Stromversorgungsgerät geliefert werden, das den Empfänger aus der Autobatterie speist und einen rentablen Empfang im Kraftwagen erlaubt. Der Netzteil des Koffergerätes wird bei Autobatteriebetrieb auf 110 Volt umgestellt. Für störungsfreien Empfang ist eine vollständige Wagenentstörung notwendig, ferner auch ein Autoantennenanschluß.

Autosuperhets „Nürburg" und „Monza"

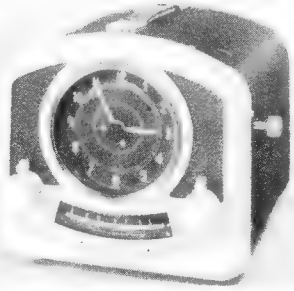
Auf der Internationalen Automobil-Ausstellung in Frankfurt am Main zeigte das Autoradiowerk Max Egon Becker zwei vielbeachtete Neukonstruktionen. Für den neuen Mercedes-Wagen 300 ist der 8-Röhren-9-Kreis-Großsuper „Nürburg" entwickelt worden, der sich durch hohe Empfangsleistung, Klangqualität und Bedienungskomfort auszeichnet. Hohe Trennschärfe wird durch ein Zweikreis- und Vierkreis-Zf-Bandfilter mit Bandbreitenregelung erzielt. Da die Hf-Stufe einen abgestimmten Gitter- und Anodenkreis verwendet, besitzt das Gerät auf allen Wellenbereichen hohe Empfindlichkeit. Außer zwei MW- und einem LW-Bereich sind drei KW-Bänder (5,93...7,6 MHz, 9,2...12,5 MHz und 15...18,8 MHz) vorgesehen. Mit Hilfe eines UKW-Super-Einsatzes (3× EF 42, EQ 80) ist schließlich UKW-Empfang (88...100 MHz) möglich. Der Endverstärker mit den Röhren 2× EL 41 liefert etwa 8 Watt Ausgangsleistung. Als Lautsprecher dienen ein Hoch- und Tieftonsystem, so daß in Verbindung mit dem vierstufigen Klangfarbenschalter Breitbandwiedergabe möglich ist. In den ersten drei Schaltstellungen kann die Klangfarbe beliebig angepaßt werden, während sich in der vierten Stufe die Empfindlichkeit reduzieren läßt. Ferner wurde der Lautstärkeregler gehörrichtig ausgebildet.

Bei diesem Spitzengerät hat man auf Bedienungskomfort besonderen Wert gelegt. So sind für die Schnellwahl von 4-MW-Stationen Drucktasten mit neuartigen Ferrit-Eisenkern-Variometern vorgesehen. Die Drucktasten können selbst geeicht werden. Die fünfte Taste dient zum Umschalten auf Handabstimmung, während die sechste Taste den Ein—Aus-Schalter betätigt. Ferner verwendet das Gerät eine mit dem Bereichschalter gekuppelte Trommelskala und ein Magisches Auge.

Der gleichfalls neu entwickelte 6-Kreissuper „Monza" stellt eine Sonderkonstruktion für den Volkswagen dar, die als Neuheit eine in der Lautsprecheröffnung untergebrachte Uhr aufweist, so daß der Fahrer beim Einbau eines Radiogerätes in Zukunft nicht mehr auf die Uhr verzichten muß. Dieses in Standardschaltung mit Rimlockröhren ausgeführte Gerät kann aus dem Wagen genommen und auch aus Wechselstromnetzen (125, 220 Volt) betrieben werden. Die Betriebsartumschaltung geschieht automatisch durch Einstecken des Netzkabels. Um diesen vielseitig verwendbaren Autosuper leicht herausnehmen oder einsetzen zu können, ist das Gehäuse in Kofferform gebaut und mit einem Schnellverschluß ausgestattet worden. Dieser fortschrittliche Empfänger hat außer dem MW-Bereich zwei Kurzwellenbänder, die bandgespreizt sind (K_1: 49- und 41-m-Band, K_2: 31-m-Band). Dreistufiger Schwundausgleich, Klangfarbenregler und Gegenkopplung bilden weitere Eigenschaften.



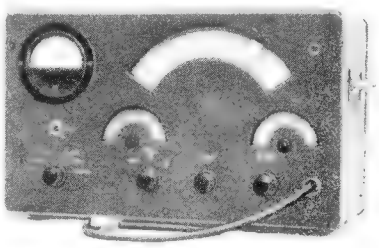
Links: Großsuper „Nürburg", ein 9-Kreis-8-Röhrengerät mit Drucktastenabstimmung, Magischem Auge, Trommelskala und 7 Wellenbereichen



Rechts: Der Autosuper „Monza" enthält eine in der Lautsprecheröffnung eingebaute Uhr. Er kann ferner leicht aus aus dem Wagen herausgenommen und am Wechselstromnetz betrieben werden

UKW-Meßsender M 609

Der neue, von der Firma Technisches Laboratorium Klaus Heucke, Viernheim, Hessen, hergestellte UKW-Meßsender M 609 zeichnet sich durch relativ geringen Aufwand und mehrere Frequenzbereiche aus. So können Abgleicharbeiten im 3-m-Bereich, im Zf-Band 10,4...11 MHz, im Bereich 13,8...15,1 MHz und auf den meisten Amateurbändern vorgenommen werden. Weitere Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich durch Ausnutzung der Harmonischen. Der Oszillator benutzt die kapazitive Dreipunktschaltung und verzichtet auf eine Mischschaltung, so daß Fehler durch unerwünschte Mischfrequenzen nicht auftreten können. Der Modulationsschalter besitzt mehrere Stellungen. Es kann je nach der vorzunehmenden Abgleichung zwischen Amplituden- und Frequenzmodulation gewählt werden. Für beide Modulationsarten stehen bei Eigenmodulation zwei verschiedene, umschaltbare Tonfrequenzen (1000 Hz, 50 Hz) zur Verfügung. Bei Fremdmodulation läßt sich der Meßsender mit allen Frequenzen von 20 Hz...15 kHz modulieren, wenn Frequenzmodulation gewählt wird. In der Betriebsart „Amplitudenmodulation" ist der Fremdmodulationskanal mit dem großen Bereich von 20 Hz bis 5 MHz modulierbar, so daß man außer dem Tonfrequenzspektrum auch Fernsehfrequenzen übertragen kann. Bei Amplitudenmodulation ist der Modulationsgrad, bei Frequenzmodulation der Hub (3...200 kHz) ablesbar.



Außenansicht des UKW-Meßsenders M 609

Mit dem eingebauten Meßinstrument ist es u. a. möglich, die Ausgangsspannung zu messen, den 1000-Hz-Generator zu prüfen und die Netzspannung zu kontrollieren. Bei AM ist die Frequenzmodulation kleiner als 10^{-6}. Dieser geringe Wert wurde durch Modulation in Germaniumdioden erreicht, die direkt am Kabeleingang angeordnet sind, so daß sich eine ausreichend lose Kopplung mit dem Oszillator ergibt. Die Spannungsabnahme geschieht über ein $\lambda/4$-Kabel, so daß die Ausgangsspannung unabhängig von der Empfängerimpedanz ist und Geräte mit den gebräuchlichen Eingangswerten von 50 und 300 Ω ohne künstliche Antennen angeschlossen werden können. Dieser Vorteil beruht auf dem Transformationseffekt einer Viertelwellenleitung. Die Ausgangsspannung ist ohne Umschaltung kontinuierlich regelbar. Es können Spannungen bis unter 1 µV hergestellt werden.

Nach 5 Minuten Betriebszeit ist die Frequenzstabilität besser als 0.04 %. Diese Konstanz wurde durch Lecherdrähte und die verwendete Schaltung erreicht.

Die Frequenzmodulation wird in der Oszillatorröhre selbst vorgenommen. Sie wird durch Steuerung der Raumladung im Bremsgitterraum und durch kapazitive Beeinflussung der g2-Elektrode sowie durch Anodenstromsteuerung über R und C mit 90gradiger Phasendrehung erreicht. Diese beiden Steuerarten wurden gewählt, um im Verein mit den entsprechenden RC-Werten Röhrenstreuungen auf die Ausgangsspannung und auf den Hub in vernachlässigbaren Grenzen zu halten.

Technische Daten

Frequenzbereiche: 86...103 MHz, 13,8...15,1 MHz (Amateurband und entsprechende Harmonische), 10,4...11 MHz

Ausgangsimpedanz: 100 Ω Spannungsentnahme bei 100 MHz an Viertelwellenkabel

Ausgangsspannung: 1 µV...50 mV, kontinuierlich regelbar

Abmessungen: 420 × 248 × 198 mm

Gewicht: etwa 8 kg

Lautsprecherreparaturen

werden unter Verwendung unserer neuen zum D. Pat. angemeldeten

Gewebezentriermembranen

modernisiert

Breiteres Frequenzband

dadurch bessere Wiedergabe der hohen und tiefen Frequenzen

Verblüffender Tonumfang

Reparatur aller Fabrikate und Größen.

ELBAU

Lautsprecherfabrik BOGEN / Donau

FILZUNTERLAGEN

Wollfilz mit abgerundeten Ecken:
meliert 500 x 300 x ca. 3 mm DM. 1.75
meliert 600 x 300 x ca. 3 mm DM. 2.—
braun 500 x 300 x ca. 5 mm DM. 3.50
braun 600 x 300 x ca. 5 mm DM. 3.95

Preise freibleibend. Muster anford.! Nachnahme 2% Skonto, über DM. 100.- franko und spesenfrei. - Vertreter gesucht.

Filzvertrieb H. Jessinghaus
Düsseldorf · Franklinstraße 33

KAUFE LAUFEND

Deutsche und amerikan. Röhren, Radioteile, Kupferlackdraht u. Kupfer in jeder Form, gebrauchte Radios, Restposten u. Konkursmasse, ferner BC 348, BC 221 u. a.

Echoton, München, Goethestr. 12

Potentiometer
Restposten in allen Ausführung. v. 20 Ω bis 1 MΩ von DM 25.- für 100 St. an.

Panzerkabel 4 adrig, gummiisoliert, 4 × 1 mm² in Rollen zu 400 m DM 75.- per 100 m

Zuschriften unt. Nr. 3554 S

Transformatoren (2x265V 70mA ab Lager)
Netzdrosseln
Eingangs- u. Ausgangsübertrager
Drahtwiderstände 0,5 80 Watt
- Lagerliste anfordern -
Graupner & Doerks
Wiesthal / Krs. Lohr / Main

Tonfolien-Sonder-Angebot!
Kleiner Posten
Gelatine 15 cm 35.- 100 St.
Decelith-K 20 cm 2.50 p. St.
per Nachn. zuz. Versandspesen
STUDIOLA
FRANKFURT/M-W 13

Rundfunk-Mechaniker-Meister
(Abiturient), ledig, 24 Jhr., vermögend, sucht Übernahme eines Geschäftes bzw. Betriebes, Pacht, Beteiligung, evtl. Einheirat oder sonstigen passenden Wirkungskreis.
Zuschriften unt. Nr. 3517 R

Lautsprecher und **Transformatoren**
repariert in 3 Tagen gut und billig
RADIO ZIMMER
K. G.
SENDEN / Jller

Tragetaschen

für sämtliche Rundfunkkoffergeräte liefert

GERH. DIMBATH
Herst. von Lederwaren
Bubenreuth b/Erlangen

GELEGENHEIT!

Katodenstrahlröhren
500 Stück HRP 2/100
300 Stück Lb 13/40
300 Stück RK 12 SS 1

Stabilovolt
300 Stück StV 150/250
300 Stück StV 280/40
100 Stück StV 850/160

Preisangebote an:
Keller & Co., G. M. B. H.
Aumühle Bez. Hamburg

Für Batterie-Großverstärker-Anlagen können wir liefern:

UMFORMER

Eingang 12-14 Volt ~ 39 Amp.
Ausgang 1000 Volt Gleichstrom 350 mA
Umdrehung 3000 pro Minute
Gewicht: 15 kg, neuwertige Stegware
Fabrikat Electric
Wert pro Stück über DM 300.-. Verkaufspreis DM 95.-.

Radio-Freitag
Karlsruhe · Karlstr. 32

Trans-formatoren
N 152 pr. 110 / 220 V sec. 2 x 275 V 60 mA 4 V 1 A, 6,3 V 2,5 A DM. 10.-
Kupferzuschl. DM. 4.50 pro kg
Katalog m. ü. 60 Typ. kostenl.
Wolfgang Seltmann
Stuttgart, Olgastraße 87

Sonderangebot:
2.- 6K7, 6N7, 6L7, 6SH7, 3A4
3.- 6AC7, 6SJ7, 6F6, 12SG7, 12C8
4.- 1T4, 1LH4, 6SK7, 6V6
5.- 1LC6, 1S5, 6E5, 6Q7
6.- 1R5, 3Q4, 6K8
7.- 12K8, 25L6
und viele andere Typen. Ang. unter Nummer 3550 Sch erbet.

Zifferanzeigen: Wenn nicht anders angegeben, lautet die Anschrift für Zifferbriefe: FRANZIS-VERLAG, (13 b) München 22, Odeonsplatz 2.

STELLENGESUCHE UND -ANGEBOTE

Tücht. Rundfk.-Mech., 19 Jahre, sucht dring. Stellung. Zuschr. unt. Nr. 3544 M.

Tücht. Münchn. Rundfunkmechan., 21 Jhr., fleiß., m. all. Rep.-Arb. sowie Um- u. Neubau vertr., möchte sich zw. Weiterbildung veränd. Ang. unt. Nr. 3549 W.

Rdfk.-Mech., womögl. led., in Dauerstellg. n. Südwürtt. ges. Ders. muß sämtl. Reparat. u. Umb. a. Rdfk.-Ger. u. Montag. d. Anl. selbst. ausführen können. Es wollen sich nur überdurchschn. Fachkräfte meld. Ang. m. Lebenslauf, Refer. u. Lohnanspr. u. Nr. 3546 Sch.

Staatl. gepr. Filmvorf. mit langjähr. Prax. u. Führersch. III, sucht Stelle i. Kino o. Filmverleih. Ort ist gleichgültig. Karl Haukwitz, Hann.-Münden, Zimmerbreite 2.

VERSCHIEDENES

Übern. Schalt-, Mont.- u. Erprob.-Arb. Bernh. Wendelken, (23) Worpswede 2, Bez. Bremen.

VERKAUFE

Klein. Radiogesch. mit Werkst. i. München z. verk. Ang. unt. 3549 F.

Sonderang.! Grundig-Boy, mit Gar. Allstr.-Netztl. DM 145.-. Nachnahmevers. Radiophon. (16) Lauterbach, Postfach 6. Ang. freibleib.

Verk. Schweb.-Summer S. u. H. rel sum 31 b, Stromreiniger AEG, Rö.-Voltmeter Philips GM 4132, Gleich- und Wechselspan. - Messer UGW Rohde & Schwarz, Steinlein - Netzanoden N 430 u. A 287, mehr. Schieberwiderst. Ang. unt. Nr. 3543 Sch.

20 LB 8 geg. Höchstangeb. z. verk. Radiomech. Ing. u. Meisterbetr. sucht Arb. Ang. unt. Nr. 3545 St.

85 Stück neue Kaco-Gegentakt - Zerhacker Typ ZHV 200, Treibspulenspan. 60 V (kann auch geg. Erregerspul. anderer Span. ausget. werd.), Primär - Span. 60—250 V, geschl. Post. DM 200.—. Schwiebert-Rundfunk, Wuppertal-Barmen, Werth 71—73.

1 Meßinstr. für Fernmeldeanl. Rel. mse 57a (oh. Koff.), 1 Wewattmet. m. Vorwiderst. b. 500 V, 1 Meßbr. C u. R Kawi I, 1 Meßbr. C u. R Kawi II, 1 Kleinmeßsend. EPG 1. Sämtliche Instrum. neuw., preisgünstig abzugeb. Zuschr. u. Nr. 3547 R.

Alu-Bleche f. Chassis, Gehäuse, Abschirm., 1 u. 1,5 mm DM 7.95, 2, 2,5 u. 3 mm DM 6.70 pro Kilo, i. belieb. Abmessung. lieferb. Jak. Hermanns, Dremmen Rhld., Lambertusstr. 32.

Radio - Bespannstoffe, moderne Muster, gute Akust. J. Trompetter, Overath/Köln.

SUCHE

Leeres Geh. f. Philips-„Philetta" 204 U (Komißbrot) dringd. ges. Ang. a. Radio-Schenk, Solingen, Mühlenhof.

Großhdlg. kauft P 2000, amer. u. europ. Röhr. bei günst. Preisangeb. unt. Nr. 3542 H.

Suche Kond.-Mikrofon sow. C- u. M-Kapseln. Angeb. unt. Nr. 3548 E.

Kaufe jd. Post. Radiomaterial, Röhren usw. Nadler, Berlin-Steglitz, Schützenstr. 15. Telef. 72 66 06.

Kaufe UKW-Empfäng. „Emil". Ang. u. 3555 K.

DKE in Siemens-Holzgehäuse oder hochglanzpoliertem Preßstoffgehäuse, ½ jährige Garantie 28.—
Skalenseil, reine Seide, in erprobt Qual. % m 10.—
Keramische Kondensato en 20—500 pF % Stück 14.—
Sicatrop-Kondensat. 1000 pF—0,1 µF % Stück ab 14.—
Drahtwiderst. bis 400 kΩ u. bis 300 W % Stück 20 —, 40.—
Hochohmwiderstände % Stück ab 6.—
perm. Topfmagnete f. 2-W-Lautspr. % Stück 120.—
Röhrengitterkappen % Stück 10.—
Sinepertleitungen 11 cm % Stück 10.—
KURT SANDER, BERLIN-CHARLOTTENBURG
Fasanenstraße 87 Telefon 323855

Alteingeführtes
RADIO- und PHONO-Fachgeschäft
in größerer Stadt Oberfrankens mit gesamten neuzeitlich eingerichteten Labor, einschließlich Lagerbestände, umständehalb. sofort zu verkauf.
Preis ca. 5 500.— DM.
Angebote unter Nummer 3552 T erbeten

Entwicklungs-Ingenieur
46 Jahre - Fachschule - langjährige Tätigkeit im Entwicklungslabor - Spezialgebiet: Tonverstärker, Nf-Meßgeräte, Druckmeßanlagen, Ultraschall - vertraut mit Konstruktion und Fertigung - an selbständiges Arbeiten gewöhnt - mit guten Zeugnissen und Referenzen - Führerschein - sucht passenden Wirkungskreis. Angeb. u. 3540 L

EINMALIGES ANGEBOT
RESTPOSTEN
Magnetophon-Kopfsatz
bestehend aus Lösch-Aufnahme- und Wiedergabekopf in montagefertigem Gehäuse mit kompl. Schaltbild zum Preise von **DM. 68.50** per Nachnahme
Fritz Steine, Offenbach/Main, Waldstraße 122

Reparaturkarten
T. Z.-Verträge
Reparaturbücher
Außendienstblocks
Bitte fordern Sie kostenlos
Nachweisblocks
Gerätekarten
Karteikarten
Kassenblocks
unsere Mitteilungsblätter an
„Drüvela" D.R.W.Z. Gelsenkirchen

Betrieb im Westen sucht zur Ausweitung seines Fertigungsprogrammes:

Ingenieur
mit Neigung zur elektrisch. Entwicklung und konstruktiven Durchbildung von Nf-Geräten.

Techniker
Fachrichtung Nf-Technik - Relais-Technik für Entwurf von Schaltungen und Laborentwicklungen, einfache Konstruktionen.

Mechaniker-Meister
f. Feinmechanik - Blechverarbeitung und Gerätemontage, zur Führung v. Arbeitsgruppen vorgesehen.

Bewerbung. mit lückenlosen Zeugnisabschriften, Angabe des Familienstandes und Eintrittstermin sowie Gehaltsforderung unter Nr. 3551 N erbeten

Für literarische Tätigkeit und zur selbständig. Bearbeitung von Schaltungsproblemen auf dem Gebiet der Sende- u. Gleichrichterröhren sucht eine Fabrik für Hf-Geräte im europäischen Ausland einen erfahrenen

INGENIEUR

Bewerber mit Sprachkenntnissen, französisch und englisch Bedingung, die gewillt sind, in einem zukunftsreichen Gebiet methodisch und mit Ausdauer zu arbeiten, wollen ihre Bewerbung mit Lebenslauf an den Verlag unter Nummer 3553 B richten

SCHAUB·RADIO

DER 6-KREIS-VOLLSUPER
FÜR ALLE MÖGLICHKEITEN:

LANGWELLE · MITTELWELLE · KURZWELLE
UND WAHLWEISE ULTRA-KURZWELLE

Regina Nova

GWB 167

Ein Koffer-Empfänger für Batterie und Netz mit leistungsstarker Endröhre UL 41

TE KA DE NÜRNBERG 2

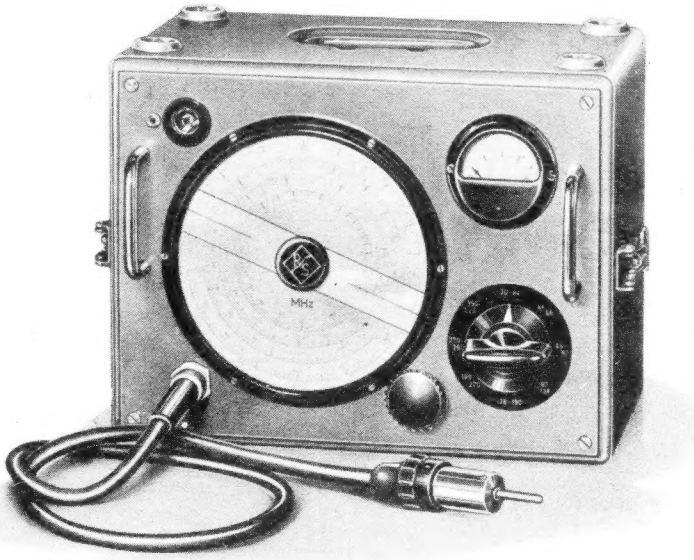
Ein Begriff für den Fachmann!

MESSGERÄTE

UND ANLAGEN FÜR DIE TONFREQUENZ-
HOCHFREQUENZ UND DEZITECHNIK

Resonanz-Frequenzmesser

Type WAM



Meßbereich	30...500 MHz
unterteilt in	30...44...65...95...140 ...200...280...390...500 MHz
Eichung	direkt in MHz
Fehlergrenzen	± 0,5%
Resonanzanzeige	Drehspulinstrument mit Bandaufhängung
Empfindlichkeit	Mindestspannung etwa 0,1 V an 150 Ω
Meßeingang	Tastkopf an Kabel
Betriebsstromquellen	nicht erforderlich
Abmessungen:	300 x 220 x 220 mm

ROHDE & SCHWARZ

MÜNCHEN 9 · TASSILOPLATZ 7 · TEL. 42821

Arlt Radio-Versand - alle Röhren aus einer Hand!

Die seltensten Röhren alphabetisch sortiert! Sofort ab Lager lieferbar! 6 Monate Garantie! Im Garantiekarton! Nettopreise in Westmark f. Wiederverk., Industrie usw. (Restpostenpreise)

A 40 N	4.50
Aa	3.—
*AB 1	5.25
*AB 2	4.20
ABC 1	7.50
ABL 1	10.90
AC 2	3.45
AC 50	15.—
AC 100	7.50
AC 101	7.50
ACH 1	13.20
AD 1	11.20
AD 100	11.20
AD 101	11.20
AD 102	11.20
AF 2	11.20
AF 3	7.—
AF 7	7.—
AF 100	11.20
AG 1006	8.—
*AH 1	11.20
AH 100	11.20
*AK 1	12.90
*AK 2	12.30
AL 1	9.—
AL 2	10.60
AL 4	8.90
AL 5	12.—
AL 5/375	12.50
*AM 1	9.75
*AM 2	9.40
ATS 25	4.85
AX 1	11.25
AX 50	14.90
AZ 1	1.95
AZ 4	4.75
AZ 11	1.95
AZ 12	3.75
AZ 21	2.95
AZ 41	1.95
AZ 50	15.—
Ba	6.—
Bas	6.—
BB 1	8.50
BCH 1	15.60
Be	6.—
Bh	6.—
Bi	4.50
*BL 2	13.80
*C 1	5.—
C 1 C	5.—
C 2	5.—
C 3 b	6.90
C 3 c	6.90
C 6	5.—
C 9	5.—
C 10	3.—
*C 12	6.—
Ca	4.50
Cas	5.50
CB 1	5.75
CB 2	5.25
*CBC 1	7.70
CBL 1	11.90
CBL 6	11.20
CC 2	4.50
*CCH 1	12.30
CCH 2	14.30
CCH 35	12.30
*CEM 2	9.50
CF 1	10.50
CF 2	10.50
CF 3	7.70
CF 7	4.—
CF 50	45.—
*CH 1	11.75
*CK 1	14.10
*CK 3	16.—
CL 1	9.50
*CL 2	10.90
CL 4	9.50
*CL 6	12.50
CY 1	4.—
CY 2	5.60
DA	5.90
DAC 21	9.90
DAC 25	8.90
DAF 11	9.50
DAF 91	7.50
DAH 50	14.50
DB 3/2	20.—
DB 7/2	40.—
DB 9/3	49.50
DB 9/4	49.50
DBC 21	9.90
DC 11	4.50
DC 25	4.50
DCG 4/1000	9.50
DCH 11	13.80
DCH 21	9.20
DCH 25	14.20
DDD 11	11.—
DDD 25	9.50
DF 11	6.50
DF 21	8.95
DF 22	8.40

DF 25	6.40
DF 26	8.40
DF 91	7.50
DG 3/1	25.—
DG 3/2	25.—
DG 7/1	25.—
*DG 7/2	30.—
DG 9/3	49.50
DG 9/4	49.50
DG 9/4 spez.	49.50
DK 21	12.90
DK 32	7.50
DK 91	8.65
DL 11	8.90
DL 21	9.90
*DL 25	9.90
DL 92	7.50
DLL 21	10.50
DLL 22	10.50
DN 7/2	40.—
DN 9/3	49.50
DN 9/4	49.50
DS 310	8.90
DS 311	8.90
E 2 C	6.75
E 2 D	8.95
E 406	4.85
EA 50	7.50
EA 111	7.50
EAA 11	7.—
*EAB 1	8.75
EAF 41	8.05
EAF 42	8.05
EB 1	5.25
EB 2	5.25
EB 4	5.25
EB 11	4.95
EB 41	7.—
EBC 1	9.75
EBC 3	7.95
EBC 11	7.95
EBC 33	9.75
EBF 2	9.—
EBF 11	9.40
EBF 15	9.80
EBF 80	8.75
EBL 1	10.—
EBL 21	10.80
EC 1	7.95
EC 2	7.95
EC 50	15.—
ECC 40	11.—
ECF 1	9.90
ECF 12	11.—
ECH 3	9.90
ECH 4	9.90
ECH 11	10.90
ECH 21	10.90
ECH 35	10.90
ECH 42	10.15
ECH 43	10.15
ECL 11	11.60
ECL 113	10.—
ED	15.—
EDD 11	8.90
EDD 111	8.90
*EE 1	19.25
EE 50	15.—
*EF 5	12.50
EF 6	7.50
EF 6 Bif	7.50
*EF 8	12.50
EF 9	7.50
EF 11	7.50
EF 12	7.50
EF 12 spez.	18.—
EF 15	9.—
*EF 12 K	8.50
EF 13	7.50
EF 14	8.50
EF 22	12.50
EF 36	8.50
EF 39	8.50
EF 41	7.50
EF 42	9.50
EF 50	9.50
*EFM 1	12.75
EFM 11	9.75
*EH 1	12.75
EH 2	4.50
*EK 1	16.50
*EK 2	10.75
*EK 3	12.80
*EL 1	12.50
EL 2	10.50
EL 3	7.50
EL 3 N	7.50
EL 5	12.—
*EL 6	12.—
EL 11	8.75
EL 12	11.90
EL 12/375	12.40
EL 12 spez.	12.60
EL 32	9.20
EL 33	9.20
EL 41	8.90

EL 42	7.95
EL 51	27.50
ELL 1	15.80
*EM 1	7.50
EM 4	6.75
EM 11	6.75
EM 34	6.75
EQ 80	11.—
Ested1000/2/6	24.—
*EU 1	4.50
*EU 2	4.50
*EU 3	4.50
*EU 4	4.50
*EU 5	4.50
*EU 6	4.50
EU 9	4.50
EU 12	4.50
EU 13	4.50
EU 14	4.50
EU 15	5.50
EU 20	4.50
EZ 1	3.75
EZ 2	3.75
*EZ 3	4.35
EZ 4	4.35
EZ 11	3.75
EZ 12	4.—
EZ 40	4.20
EZ 41	4.20
*EZ 150	15.—
F 433 N	6.25
FDD 20	3.95
FZ 1	7.50
GG 280	14.50
GL 1	10.50
Gle 2000/1/3	14.50
Gle 10000	19.50
Glz 40/1/5	19.50
Glz 40/3	24.—
GR 150 A	4.20
GR 150 DA	4.20
GR 150 DK	5.—
H 1/12/1	59.—
HR 1/60/0.5	20.—
HR 1/100/1.5	45.—
HR 1/100/1.5/6	59.50
*HR 1/180/1.5	59.50
HR 2/100/1.5	45.—
*HR 2/100/1.5/6	59.50
K 7/4 P	22.50
KB 1	6.75
KB 2	4.50
KBC 1	6.75
KC 1 Stift	3.50
KC 1 GW	3.50
KC 3	5.90
KC 4	5.90
KCH 1	14.20
KDD 1	9.—
KF 1	9.90
KF 2	9.90
KF 3	6.75
KF 4	6.75
KF 7	9.90
KK 2	13.90
KL 1 Stift	6.75
KL 1 GW	6.75
KL 2	7.50
KL 4	7.50
KL 5	11.25
KS 1320	5.90
L 497 D	20.—
LB 1	25.—
LB 2	15.—
LB 7/15	19.50
LB 8	30.—
LB 9	30.—
LB 9 N	30.—
LB 13/40	29.50
*LD 1	3.75
LD 2	3.75
*LD 5	8.50
LD 15	7.50
LG 1	1.95
LG 2	3.85
LG 3	3.20
LG 4	3.20
LG 6	7.—
LG 7	6.—
LG 9	6.—
*LG 10	12.—
*LG 12	12.—
LG 14	7.50
*LG 16	6.50
LG 76	4.50
LG 200	11.90
LG 201	15.—
LK 199	4.25
LK 4110	10.—
LK 4112	10.—
LS 1	7.—
LS 2	6.—
LS 4	8.50
*LS 4/11	70.—
LS 50	5.—
*LV 1	6.—

LV 3	5.90
*LV 4	10.—
LV 5	1.95
LV 13	5.90
LV 30	7.90
MC 1	8.—
NF 2	2.95
NG 3020	5.—
PE 1/75	19.—
PE 04/10	9.90
PE 05/15	9.90
PE 06/40	9.90
R 21	8.50
R 33	8.50
R 44	9.90
R 120	15.—
R 220	12.—
R 250	15.—
R 320/20	3.95
R 1049	140.—
R 1709	9.90
Rd 2 Md	19.50
Rd 2 Mh	19.50
Rd 12 Ga	5.90
Rd 12 Ta	5.90
RE 034	3.50
RE 072d	10.50
RE 074	2.50
*RE 074d	8.—
RE 084	3.—
RE 084 K	4.50
RE 114	6.—
RE 134	6.—
RE 144	3.50
RE 304	10.—
RE 604	8.—
RE 614	10.—
REN 704d	10.50
REN 904	5.40
REN 914	8.90
REN 924	8.90
REN 1004	4.95
REN 1104	4.95
*REN 1821	7.50
REN 1822	10.90
REN 1826	10.—
REN 2204	10.—
*RENS 1204	10.90
*RENS 1214	10.90
*RENS 1224	10.90
*RENS 1234	10.90
*RENS 1254	10.90
RENS 1264	6.90
RENS 1274	10.90
RENS 1284	10.90
RENS 1294	10.90
RENS 1374d	10.90
RENS 1384	10.90
RENS 1664d	12.90
RENS 1817d	10.90
RENS 1818	10.90
RENS 1819	10.90
RENS 1820	10.90
*RENS 1824	10.90
*RENS 1834	10.90
RENS 1854	10.90
RENS 1884	10.90
RENS 1894	10.90
RES 094	3.—
RES 164	6.50
RES 164d	6.50
RES 174	8.50
RES 364	8.50
*RES 374	8.50
RES 664d	12.—
RES 964	8.90
RFG 3	9.90
*RFG 4	11.25
RFG 5	4.75
RG 12 D 2	2.85
RG 12 D 3	2.85
RG 12 D 60	3.75
RG 12 D 300	7.50
RG 48	11.85
RG 62	9.—
RG 64	32.—
RG 105	9.90
RGN 354	2.50
RGN 504	3.75
RGN 564	3.75
RGN 1064	1.95
RGN 1304	9.90
RGN 1404	9.50
RGN 1500	9.90
RGN 1503	7.90
RGN 2004	3.90
RGN 2504	7.90
RGN 4004	7.90
RGQ 10/4	24.50
RGQ 7.5/0.6	14.70
*RGQZ 1.4/0.4	14.70
RKR 72 N	14.70
RL 1 P 2	3.90
RL 2 P 3	1.85
RL 2 T 2	1.85
RL 2.4 P 2	2.85

RL 2.4 P 3	2.85
RL 2.4 T 1	2.85
RL 2.4 T 4	3.85
RL 4.8 P 15	6.75
RL 12 P 10	5.90
RL 12 P 35	3.90
RL 12 P 50	5.90
RL 12 T 15	3.75
RR 145 S	3.20
RS 237	15.—
*RS 241	5.90
RS 242	5.90
RS 288	7.50
RS 289	7.50
RV 2 P 800	1.50
RV 2.4 P 45	4.90
RV 2.4 P 700	1.50
RV 2.4 T 3	1.95
RV 12 H 300	5.50
RV 12 P 2000	5.50
RV 12 P 2001	5.50
RV 12 P 3000	8.90
RV 12 P 4000	3.25
RV 210	15.—
RV 218	15.—
RV 239	25.—
RV 245	15.—
RV 258	25.—
RV 275	12.—
S 0.3/0.2i	14.50
S 05/12i M	44.75
S 07/02i	19.50
S 08/2	30.—
S 1/0.2i	14.50
S 331	19.50
SA 1	8.50
*SA 100	12.50
SA 101	10.—
SA 102	10.—
SD 1	8.50
SD 1a	8.50
SF 1 A	8.50
S 1000	70.—
StV 70/6	4.—
StV 75/15	3.25
StV 75/15 Z	3.25
StV 100/25 Z	4.25
StV 100/60 Z	7.85
*StV 100/200	8.75
StV 140/60 Z	5.90
*StV 150/15 Z	3.25
*StV 150/40 Z	4.25
StV 150/250	19.50
StV 280/40	4.—
StV 280/40 Z	8.90
StV 280/80	6.—
StV 280/80 Z	9.90
StV 280/150	19.50
StV 280/150 Z	19.50
StV 900/6	5.90
Ste 350/02/03	13.50
Sted 1000/1/1,5	17.50
*T 113	30.—
*T 114	40.—
T 2742	2.90
TC 03/5	15.—
TC 04/10	15.—
TC 06 N	15.—
*Te 20	4.90
Te 30	2.90
Te 50	2.90
Te 60	2.—
TS 4 SP	18.50
TS 4	40.—
U 920 P	2.90
U 1010	2.90
U 1220/5	2.90
U 1220/6	2.90
U 2020	2.90
*U 2410 Pl	0.95
U 2410 P	1.75
U 3505	1.90
U 4520	3.50
UAA 11	7.—
UAF 42	8.05
UB 41	7.—
UBF 11	8.75
UBF 15	9.80
UBL 1	10.50
UBL 3	10.50
UBL 21	10.50
UCF 12	10.30
UCH 4	10.50
UCH 5	10.50
UCH 11	10.50
UCH 21	10.50
UCH 42	10.50
UCL 11	11.50
UEL 11	11.50
UEL 71	11.50
UF 5	7.50
UF 6	7.50
UF 9	8.50
UF 11	8.—
UF 15	9.—
UF 21	7.50

UF 41	7.—
UFM 11	10.50
UL 2	7.95
*UL 12	11.90
UL 41	8.90
UL 42	7.95
UM 4	7.40
*UM 11	7.40
UQ 80	11.—
UR 110	1.65
UY 1 N	3.10
UY 2	2.25
UY 3	3.10
UY 4	3.10
UY 11	3.10
UY 21	3.50
UY 41	3.50
Urfa 610	4.50
VC 1	6.90
VCH 11	10.50
VCL 11	11.50
VEL 11	11.50
*VF 3	9.—
*VF 7	9.—
VF 14	11.50
*VL 1	10.—
*VL 4	11.50
VY 1	3.75
VY 2	2.55
We 33	5.90
We 44	5.90
We 45	5.90
*WG 33	24.35
*WG 34	27.—
*WG 35	30.—
*WG 36	33.75
Z 2 C	7.90
0 C 3/VR 105	4.50
0 D 3/VR 150	4.50
07 S 1	22.50
0 Z 4	7.50
1 A 5	4.35
1 A 7	5.95
1 C 5	4.35
1 C 6	4.50
1 D 5	4.50
1 D 8	6.90
1 F 4	2.40
1 H 5	4.35
1 I 6	4.50
1 L 4	6.—
1 LB 4	5.90
1 LC 6	6.50
1 LH 4	4.95
1 LN 5	4.35
1 N 5	4.35
1 Q 5	5.95
1 R 5	8.65
1 S 4	6.—
*1 S 5	6.90
1 T 4	6.90
1 V	3.90
2 A 3	6.50
*2 A 5	6.90
2 A 6	6.50
2 A 7	5.90
2 B 7	5.90
*2021	6.50
*2 HMD	18.75
2 × 2	8.65
3 — 9/1 A	2.90
3 — 9/2 A	2.90
3 A 4	6.—
3 B 7	2.95
3 D 6	4.50
*3 NFB	7.50
*3 NFNet	22.50
*3 NFL	22.50
*3 NFK	22.50
*3 NFW	22.50
*3 Q 4	7.25
3 Q 5	5.95
3 S 4	6.—
3 × 75 B	32.—
4 G 1000	14.50
4 K 170	29.50
5 C 100 P	17.50
5 T 4	5.95
5 U 4	5.95
5 V 4	5.95
5 W 4	5.95
5 X 4	5.95
5 Y 3	5.95
5 Y 4	5.95
5 Y 35	9.90
5 Z 3	5.95
5 Z 4	5.95
6 A 6	3.95
6 A 7	7.50
6 A 8	7.50
6 AC 7	4.25
6 AE 5	7.90
6 AF 6	7.50
*6 AF 7	8.50
6 AG 5	4.25
*6 AK 5	7.50

6 AQ 6	6.75
*6 B 5	8.50
6 B 7	6.90
6 B 8	7.50
6 BE 6	8.—
6 C 5	2.90
6 C 6	3.90
6 C 8	5.90
6 D 6	3.90
6 D 8	8.90
6 E 5 Oktal	4.75
6 E 5 alt S	7.25
6 E 8	10.40
*6 F 5	8.45
6 F 6	4.75
6 F 7	4.50
6 F 8	6.50
6 G 5	7.25
6 G 6	5.90
6 H 6	1.95
6 I 5	4.35
6 I 6	6.50
6 I 7	4.35
6 K 6	4.75
6 K 7	4.35
6 K 8	7.50
6 L 6	7.50
6 L 7	3.45
6 N 7	4.50
6 Q 7	6.90
6 R 7	4.50
6 R	4.50
6 RV	4.50
6 SA 7	4.50
6 SC 7	4.50
6 SD 7	4.50
6 SF 5	4.50
6 SF 7	4.50
6 SG 7	5.90
6 SH 7	4.25
6 SI 7	4.85
6 SK 7	5.90
6 SL 7	3.95
6 SN 7	3.95
6 SQ 7	5.90
6 SR 7	5.90
6 SS 7	4.50
6 U 6	7.50
6 V 6	5.90
6 X 5	4.50
6 Z 4/84	4.50
7 A 4	4.95
7 A 8	7.50
7 B 7	4.95
7 C 5	4.95
7 C 7	4.95
7 F 7	4.95
7 F 8	4.95
7 I 7	4.95
7 N 7	4.95
7 Q 7	4.95
7 W 7	4.95
7 Z 4	4.95
9	2.90
9 D 2	2.90
10	2.75
11 C 5	2.50
11 F 6	4.50
11 I 7	3.50
11 K 7	3.50
11 X 5	3.50
12 V 1, 1 A	2.90
12 A 6	7.50
12 A 8	8.90
12 AH 7	4.50
12 BA 6	9.90
12 C 8	4.50
12 H 6	1.95
12 I 5	2.90
12 K 7	5.90
12 K 8	8.90
12 Q 7	6.50
12 SA 7	10.50
12 SC 7	3.50
12 SG 7	3.50
12 SH 7	6.50
12 SI 7	6.50
12 SK 7	6.50
12 SL 7	6.50
12 SN 7	6.50
12 SQ 7	10.50
12 SR 7	5.90
14 A 4	8.90
14 B 6	12.40
24 A 7	6.50
24 B 7	6.50
24 NG	10.80
24/76	3.50
24/78	3.50
*25 A 6	10.—
*25 L 6	8.90
25 Z 5	10.—
25 Z 6	7.90
26 NG	10.80
28 D 7	2.25
30 NG	9.40

30 und 32. je	4.50
35 L 6	12.50
35 W 4	9.50
35 Z 5	12.40
36	3.95
*39/44	3.90
41	5.20
42	7.20
*43	8.75
45	3.50
46	2.95
47	8.75
48	4.50
50	4.50
50 NG	9.40
50 A 5	9.90
50 L 6	13.40
50—150/60 mA	2.90
70—210/60	4.90
70 L 7	11.50
75	5.90
76	3.50
77	3.90
78	3.90
80	3.90
83	4.50
83 V	4.50
85—255/60	4.90
85—255/80	4.90
85—255/100	4.90
85—255/120	4.90
85—255/140	4.90
85—255/150	4.90
89	6.50
100 E 1	7.50
117 Z 3	9.50
117 P 7	9.50
150 A 1	8.50
150 C 1	8.50
200—600/0,22 A	8.50
307 A	6.—
328	8.90
328 A	2.25
329	5.90
329 A	2.25
340	5.90
364	5.90
367	9.90
381	8.90
452	5.90
505	9.90
803	25.50
807	8.65
814	8.65
879	8.65
954	6.90
955	6.90
956	5.90
957	5.90
1011	5.90
1018	6.90
1049 a	140.—
1326	5.90
1457	5.90
1603	4.90
1619	3.90
1624	4.90
1625	4.90
1626	4.90
1629	7.50
1633	4.90
1701	15.—
1702	12.—
1738	100.—
1875	8.90
1876	8.90
1877	8.90
1882	10.—
1883	10.—
*1904	8.50
1910	8.50
1927	5.90
1928	5.90
2050	10.50
2051	7.50
2504	5.—
3006	5.90
3500 (Foto)	9.50
4152—0,1	15.—
4671	6.90
4672	5.90
4673	15.—
4676	12.—
4686	20.—
4687	5.90
4690	20.—
4696	13.40
7193	5.90
7475	5.90
9002	3.90
9003	4.50
9004	3.90
13201 A	8.90
13201 E	8.90
13202 X	4.90
95079	5.90

Arlt Radio-Versand Walter Arlt

Berlin-Charlottenburg U
Kaiser-Friedrich-Straße 18, Tel. 34 66 04
Telegramm-Adresse: Arltröhre Berlin

und

Düsseldorf U
Friedrichstr. 61 a, Telefon 23 17 4
Tel.-Adr.: Arltröhre - Düsseldorf

*) So angekreuzte Röhren sind nicht immer lieferbar!

Bei Kauf von 5 Röhren wird ein Röhren-Code-Buch mit 23 000 Röhren kostenlos beigefügt!

UKW-Antennen / Teleskop-Fensterantennen / Abgeschirmte Einzelantennen / **Gemeinschaftsantennen** / Auto-Antennen / abgeschirmtes Radiomaterial **Lötkolben-Sparableger** / **Spezial-Lötkolben** / Netzspannungsregler / Widerstandsschnüre

Technische Messe Hannover vom 29. April b. 8. Mai, Halle 12, Stand 602

C. Schniewindt K.G. Elektrotechn. Spezialfabr. (21b) **NEUENRADE** (Westfalen)

Gleichrichter für alle Zwecke, in bekannt. Qualität

2-4-6 Volt, 1,2 Amp. — 2 bis 24 Volt, 1 bis 6 Amp.
6 Volt, 5 Amp. — 6 u. 2 Volt, 12 Amp.
6 u. 12 Volt, 6 Amp. — 2 bis 24 Volt, 8 bis 12 Amp.

Sonder-Anfertigung · Reparaturen

Einzelne Gleichrichtersätze und Trafos lieferbar

H. KUNZ · Gleichrichterbau

Berlin-Charlottenburg 4, Giesebrechtstr. 10, Tel. 32 21 69

RADIO-MATERIAL:

Drehkos:
Rückkoppler 1x180 cm (Trolitul) . . . . . —.65
Abstimmer 1x500 cm (Trolitul) . . . . . —.65
Luftdrehko 2x500 cm (keram. isol. Gleichlaufgenauigkeit 0,3%) 75x75x45 mm 2.40

KW-Drehko:
bis 25 pF . . 1.40
bis 50 pF . . . 1.50
bis 100 pF . . . 1.80

UKW-Drehko (Schmetterling)
8+8 pF 2.20
15+15 pF . . . 2.90
34+34 pF . . . 3.90

Elkos (fabrikfr.) Markenware:
4 MF 500/550 (Rohr) 1.55
8 MF 500/550 (Rohr) 1.95
16+16 MF 500/550 4.90
16 MF 350/385 V 2.30
50+50 MF 350/385V 6.30

Spulensätze:
Sechskreissuper m. 2 Bandf. (angeb. Sch.) . . 13.50
Siebenkreis-Vorstufensuper in Becher . . . 16.50
Regelbare ZF-Bandfilter 6.90

Lautsprecher:
Telefunken perm. dyn. m. Trafo 170 ⌀ 3 W . 9.80
Henry perm. dyn. m. Trafo 220 ⌀ 6 W . . . 17.50

Kleinmaterial:
A-E-Europa-P 2000-P 4000-Fassungen . . . . —.15
Rimlock-Fassungen . . . . . —.35
Gitterkappen (AF 7) . . . . . —.30

Kondensatoren (Hescho)
0,5 pF-1000 pF . . . . . —.20
100 Widerstände (sortiert, gängige Werte) . 8.—
HF-Litze 20x0,05 . . . . . p. m. —.04
HF-Litze 6x0,07 . . . . . p. m. —.04

Bitte Preisliste II/1951 anfordern

G. Völkner

Ingenieur (VSI)

(20b) **Braunschweig,** Ernst-Amme-Str. 12, Ruf 2 13 32

Alle Bauteile zum

Ultrakord-Großsuper SR 50 A

dem 8-Kreis-Spitzensuper mit allen Schikanen, liefern wir Ihnen ganz nach Wunsch, einzeln oder auch komplett,

auf bequeme Monatsraten

angefangen mit dem fertig gebohrten Metallchassis bis zum eleganten Nußbaumgehäuse.

Fordern Sie daher sofort Gratisprospekt mit unverbindlichem Sonderangebot oder gleich die komplette Baumappe mit den farbigen Plänen und ausführlicher Broschüre gegen Einsendung von DM. 2.- (oder Nachnahme) von

SUPER-RADIO Paul Martens Hamburg 20/FA Eppendorferbaum 39a

ANKAUF

auch größter Posten Röhren und Relais.

PRÜFHOF
Unterneukirchen Obby.

ACHTUNG!
Fundgrube für Radiobastler!
50 teilig. Sortiment guter Radioteile f. nur DM 10.-
25 teilig für . . . DM 5.-
Solange Vorrat, Nachnahme-Versand
„RÖA" (16) ALSFELD
Postfach 95

SCHALTUNGEN
15000 Typen einzeln, in Mappen und Büchern

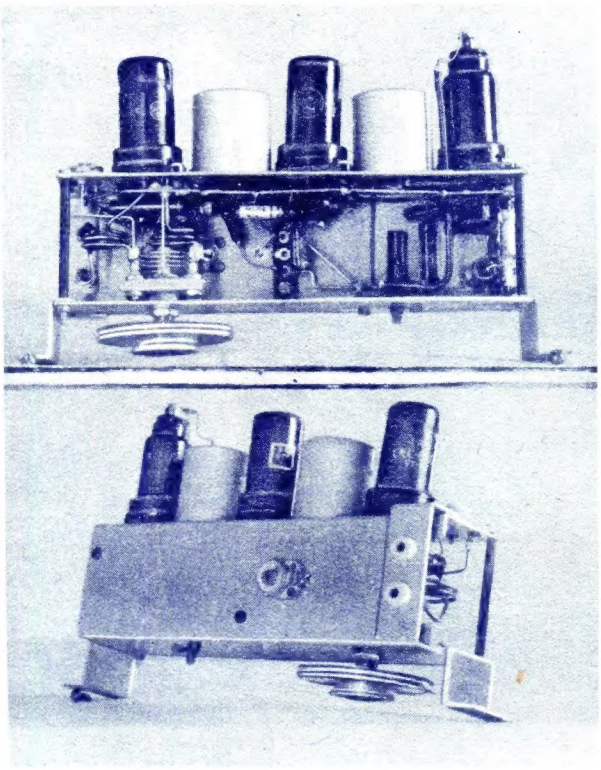
FERNTECHNIK

H. A. WUTTKE
Frankfurt/Main 1, Schließfach

H. LANGE
Berlin N 65, Lüderitzstraße 16

Radioröhren
gegen
Kassazahlung gesucht
INTRACO GmbH.
München-Feldmoching
Franz Sperrweg 29

Bastler und KW-Amateure
verlangen unsere 16 Seiten Gratispreisliste mit den günstigen **Sonderangeboten** in
Einzelteilen, deutsche und amerik. Röhren
(6 Monate Garantie!)
Wehrmacht- und Spezialröhren
RADIOHAUS Gebr. BADERLE, Hamburg
Spitalerstraße 7 · Ruf 327913



Hochleistungs- **UKW**

Selbstbau-Einsatzsuper zu einem erstaunlich niederem Preis

Einzelteile (inkl. Chassis) ..... **DM. 25.20**

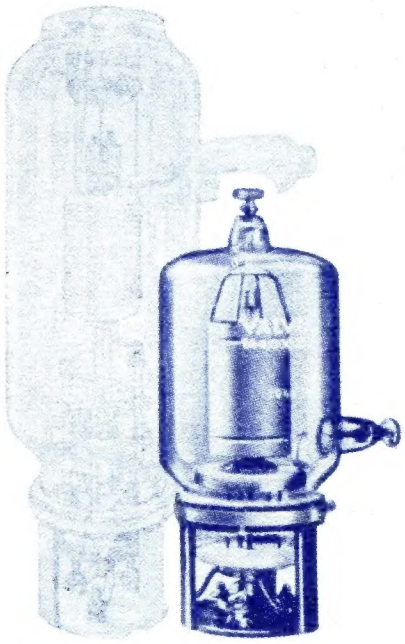
Röhrensatz:
2x6AC7 - 1x6L7 ..... z. Z. **DM. 12.50**
(je nach Tagespreis)

Ausführlicher Bauplan und Stückliste ..... **DM. 1.80**

Prompter Versand gegen Nachnahme oder Voreinzahlung auf Postscheck-Konto München Nummer 87677 nach allen Teilen des Bundesgebietes / Ab DM. 20.- Rechnungsbetrag porto- und verpackungsfrei!

VALVO-Röhren für industrielle Zwecke
zuverlässig - leistungsstark

TA 4/800
die Senderöhre für die Elektromedizin



Diese altbewährte Senderöhre wurde, wie das nebenstehende Foto zeigt, in einer neuartigen Hartglasausführung herausgebracht, wodurch mehrere wesentliche Verbesserungen gegenüber der alten Ausführung mit seitlichem Anodenanschluß erzielt werden konnten. Durch Verlegung des Anodenanschlusses nach dem oberen Kolbenende wurden die Abmessungen der Röhre erheblich verringert, womit sich gleichzeitig die Erschütterungs-Unempfindlichkeit erhöhte. Es konnten jedoch auch die elektrischen Eigenschaften, u. a. durch Verringerung der Zuleitungsinduktivitäten, beträchtlich verbessert werden. Dementsprechend erhöhte sich der Wirkungsgrad, so daß bei dieser neuen Ausführung eine Leistungssteigerung von etwa 20 % erzielt wurde. Bei Betrieb mit Anodenwechselspannung, wie er bei Diathermiegeräten häufig vorkommt, gelten die folgenden Betriebsdaten:

f	<	50	MHz
U_a	=	4000	V eff
I_a	=	160	mA
I_g	=	36	mA
R_g	=	11,5	kΩ
W_a	=	200	W
W_o	=	510	W
η	=	72	%

Somit kann mit einer Patientenleistung von ca. 400 W mit Sicherheit gerechnet werden.

Die Verwendung dieser Röhre in bereits bestehenden Diathermiegeräten anstelle von Röhren der älteren Ausführungsart wird im allgemeinen ohne weiteres möglich sein. In Zweifelsfällen werden jedoch ausführliche und unverbindliche Auskünfte gern gegeben.

PHILIPS Bücherreihe über Elektronenröhren

Band 1: Grundlagen der Röhrentechnik, von Dipl.-Ing. J. Deketh;
Band 2: Daten und Schaltungen moderner Empfänger- und Kraftverstärkerröhren;
Band 3: Daten und Schaltungen moderner Empfänger- und Kraftverstärkerröhren, 1. Ergänzungsband;
Band 4: Anwendung der Elektronenröhre in Rundfunkempfängern und Verstärkern. von Dr. B. G. Dammers, Ing. J. Haantjes, J. Otte und Dipl.-Ing. H. van Suchtelen;

Soeben erschienen:

Band 7: Senderöhren, von Dipl.-Ing. P. J. Heyboer.

Erhältlich in allen Fachbuchhandlungen

Natürlich kann die TA 4/800 außer in Rundfunksendern auch in HF-Industriegeneratoren sehr gut verwendet werden. Es empfiehlt sich dann, zwecks guter Ausnutzung der Röhre, mit Anodengleichspannung zu arbeiten. In diesem Fall sind die Betriebsdaten:

U_a	=	4000	V
U_g	=	—200	V
I_a	=	500	mA
I_g	=	90	mA
W_a	=	470	W
W_o	=	1530	W
η	=	76,5	%

Mit 2 Röhren TA 4/800 wird man also einen HF-Generator für 2 kW Nutzleistung mit ausreichender Reserve aufbauen können. Von Vorteil ist dabei, daß die Röhre mit Wolframkathode ausgerüstet ist, so daß sich eine einfache und bequeme Möglichkeit zur Leistungsregulierung durch Verändern der Heizspannung ergibt.

Weitere Auskünfte und technische Daten über die TA 4/800 und das weitere Senderöhrenprogramm für den industriellen und elektromedizinischen Einsatz auf Anfrage!

ELEKTRO SPEZIAL GMBH

HAMBURG 1

212 a
Bez. 15
Schimmel Hans W.
Tel 1c/4 1ks.